



**An innovative platform for smArt adaPtive videO GamEs
for Education**

**Проект APOGEE: Иновативна платформа
за интелигентни адаптивни видео игри за обучение**

**Фонд „Научни изследвания“,
Министерство на образованието и науката,
КОНКУРС ЗА ФИНАНСИРАНЕ НА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ – 2017г.**

Номер на договор: DN12/7/2017

Резултат РП1.1:

**Част I. Преглед на методи и техники на обучение, базирано на
игри, и на платформи за изграждане на игри.**

**Част II. Сравнителен анализ в областта на адаптивни
видеоигри, ориентирани към играча.**

**Част III. Сравнителен анализ в областта на използването на
интелигентни агенти във видеоигрите.**

Версия 1.0

Име на проект (акроним)	Иновативна платформа за интелигентни адаптивни видео игри за обучение (APOGEE)
Номер на договор	DN12/7/2017
Планирана дата	Месец от изпълнение на проекта 4, април 2018
Дата на представяне	Месец от изпълнение на проекта 4, април 2018
Автори на документа	Десислава Василева, Боян Бончев, Момчил Хардалов, Иван Койчев, Албена Антонова
Версия	1.0
Тип на резултата	R (Report)
Ниво на разпространение	PU
Статус	Final
Утвърдил документа	Боян Бончев

Това изследване е финансирано от Фонд „Научни изследвания“,
Министерство на образованието и науката на Република България,
по договор номер DN12/7/2017.



Контрол на версиите на документа			
Версия	Дата	Направени промени	Име на автор
0.1	02-01-2018	Създаване на първоначална версия на документа	Боян Бончев
0.2	31-01-2018	Преглед на методи и техники на обучение, базирано на игри, и на платформи за изграждане на игри	Десислава Василева, Боян Бончев
0.3	23-02-2018	Сравнителен анализ в областта на адаптивни видеоигри, ориентирани към играча	Боян Бончев, Десислава Василева
0.4	26-02-2018	Добавяне на проучване на използването на интелигентни агенти във видеоигрите	Момчил Хардалов
0.5	05-03-2018	Добавяне на възможни имплементации на разговорни агенти	Момчил Хардалов
0.6	19-03-2018	Редактиране на проучване на използването на интелигентни агенти във видеоигрите	Момчил Хардалов
0.7	21-03-2018	Добавяне на агенти, базирани на цели	Иван Койчев
0.8	28-03-2018	Добавяне на агенти, отчитащи ползата	Иван Койчев
0.81	12-04-2018	Добавяне на резюме	Момчил Хардалов, Боян Бончев
0.9	25-04-2018	Корекции на грешки	Боян Бончев, Десислава Василева
0.91	27-04-2018	Добавяне на секция за игри от тип пъзел	Албена Антонова
1.0	30-04-2018	Редактиране на крайната версия	Боян Бончев

СЪДЪРЖАНИЕ

РЕЗЮМЕ.....	5
ЧАСТ I. ПРЕГЛЕД НА МЕТОДИ И ТЕХНИКИ НА ОБУЧЕНИЕ, БАЗИРАНО НА ИГРИ, И НА ПЛАТФОРМИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ИГРИ.....	7
1. ВЪВЕДЕНИЕ.....	8
2. ОБУЧЕНИЕ, БАЗИРАНО НА ИГРИ	10
2.1 Базови дефиниции	10
2.2 Характеристики на образователните видео игри	11
2.3 Теоретични подходи и методи в обучението, базирано на видео игри.....	13
2.3.1 Теория за игрови поток на мотивацията	14
2.3.2 Теория за самоопределянето.....	15
2.3.3 Теория за целеполагането.....	15
2.3.4 Теории за обучението чрез игри	16
2.3.5 Теории за обучението чрез пъзели.....	17
3. ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИГРИ И ПЛАТФОРМИ ЗА ПОДПОМАГАНЕ НА ЕЛЕКТРОННОТО ОБУЧЕНИЕ.....	19
3.1 Ползи от използването на образователни видео-игри в учебния процес.....	19
3.2 Съществуващи решения и софтуерни платформи	20
3.3 Игри-пъзели.....	22
3.4 Семантична организация на учебното съдържание в образователните видео игри	24
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	29
ЛИТЕРАТУРА	31
ЧАСТ II. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ В ОБЛАСТТА НА АДАПТИВНИТЕ ВИДЕОИГРИ, ОРИЕНТИРАНИ КЪМ ИГРАЧА.....	36
1. ВЪВЕДЕНИЕ.....	37
2. ВИДОВЕ ВИДЕОИГРИ.....	39
2.1 Развлекателни видеоигри	40
2.2 Сериозни игри	42
2.3 Разлика между сериозните игри и развлекателните игри	43
3. АДАПТИВНОСТ ВЪВ ВИДЕОИГРИТЕ, ОРИЕНТИРАНИ КЪМ ИГРАЧИ	45
3.1 Адаптивност, базирана на производителността.....	47
3.2 Адаптивност, базирана на емоции	49
3.2.1 Моделиране на човешките емоции.....	51
3.2.2 Поток, потапяне и мотивация	54
3.3 Адаптивност, базирана на стилове	57
3.3.1 Адаптивност, базирана на учебни стилове	57
3.3.2 Адаптивност, базирана на стил на игра	58
4. ЦЕЛИ НА АДАПТИРАНЕТО ВЪВ ВИДЕОИГРИТЕ ОРИЕНТИРАНИ КЪМ ИГРАЧИ	62

4.1	Адаптивна автоматизация на задачите и обратна връзка.....	63
4.2	Адаптация на нивото на трудност във видеоигра	64
4.3	Адаптиране на аудио-визуалните ефекти	65
4.4	Адаптивност в сериозните игри за обучение	66
5.	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
	ЛИТЕРАТУРА	69
	ЧАСТ III. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ В ОБЛАСТТА НА ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ИНТЕЛИГЕНТНИ АГЕНТИ ВЪВ ВИДЕОИГРИТЕ.....	74
1.	ВЪВЕДЕНИЕ.....	75
2.	ПРЕГЛЕД НА ОБЛАСТТА.....	77
2.1	Софтуерни агенти.....	77
2.2	Свързване на игри и агенти	79
3.	АРХИТЕКТУРИ НА АГЕНТИ.....	81
3.1	Чисто реактивни агенти	81
3.2	Агенти, отчитащи ползата (Utility-based)	81
3.3	Целеви агенти	81
3.4	BDI агенти.....	82
3.5	Хибридни архитектури	82
3.5.1	Машина на Тюринг	84
3.5.2	InterRRaP	85
4.	РАЗГОВОРНИ АГЕНТИ В ИГРИТЕ	86
4.1	Разговорни агенти в електронното обучение	86
4.2	Въпроси пред разработчиците на разговорни игри.....	89
4.2.1	Разговорен процес - обхват, контрол и структура	89
4.2.2	Технически проблеми – имплементация	91
5.	ВЪЗМОЖНИ ИМПЛЕМЕНТАЦИИ НА РАЗГОВОРНИ АГЕНТИ.....	93
5.1	Ботове, базирани на правила	93
5.2	Ботове, базирани на корпус.....	96
5.2.1	Системи, базирани на извличане на информация	96
5.2.2	Поредица към поредица (Sequence to Sequence)	97
6.	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
	ЛИТЕРАТУРА	102
	ДОПЪЛНИТЕЛНИ ИЗТОЧНИЦИ.....	108

РЕЗЮМЕ

Документът представя Резултат РП1.1 на проекта „Иновативна платформа за интелигентни адаптивни видео игри за обучение“ (APOGEE) и съдържа три основни части:

- I. Преглед на методи и техники на обучение, базирано на игри, и на платформи за изграждане на игри
- II. Сравнителен анализ в областта на адаптивни видеоигри, ориентирани към играча
- III. Сравнителен анализ в областта на използването на интелигентни агенти във видеоигрите.

Проучването на платформи за изграждане на игри е представено в резултат по проекта Д1.3 „Анализ на нуждите на целевите потребители на платформи за изграждане на образователни видеоигри“, тъй като то е неотменима част от този анализ.

Част I от документа представя преглед на методи и техники на обучение, базирано на игри, и на платформи за изграждане на игри. Извършен е преглед на известните до момента модели, подходи и техники за обучение, базирано на видео игри. Разгледани са някои предложения за софтуярни платформи, използвани за проектиране и създаване на видео игрите, включително и за семантично-ориентирано структуриране на учебното съдържание в такива игри.

Част II от документа описва сравнителен анализ на методите и техниките за адаптиране към играчите във видеоигрите. Направен е преглед на наличната литературата и са разгледани модели, подходи и техники използвани във видеоигрите за адаптация базирана на текущото емоционално състояние на играча. Целта на тази част е да се разгледат съществуващите модели на адаптивни видеоигри и да се обобщят и синтезират наличните подходи за адаптиране на игрови сценарии и игрови елементи като графика, интерфейс, осветление и т.н., както и да се проучат случаите, в които е подходящо да се приложат.

Част III от документа представя предоставя преглед на областта, като разглежда два аспекта на интелигентните агенти: съществуващи софтуерни интелигентни агенти в игрите и подходи за свързването на съществуващи агенти към игри. Дадено е определение за интелигентен агент, след което са разгледани различни архитектури на класически интелигентни агенти. Разгледани са пет различни типа архитектури разделени на следните групи:

- 1) чисто реактивни агенти
- 2) агенти, отчитащи ползата

- 3) целеви агенти
- 4) BDI агенти
- 5) хибридни агенти.

Освен основни системи в областта сме разгледали и подходи за израждане на разговорните интелигентни агенти, които да направят играта още по-реалистична. Описани са и въпроси, по които разработчиците на игрите трябва да вземат решения, от гледна точка на добавянето на интелигентна функционалност.

Накрая сме се фокусирали върху възможни имплементации на разговорни агенти, като правим сравнение между два основни вида ботове: 1) основани на правила, 2) основани на корпус от стари диалози. При методите основани на правила до голяма степен липсва гъвкавост и има нужда от експерти в областта, които да изготвят подходящи за проблема правила. Тези правила от своя страна трудно се съгласуват едно с друго, а още по-трудно биват променяни на части. Методите основани на корпус от своя страна се делят на два вида – основани на извличане на информация и основани на генеративни модели. Принципът, на който се основават разговорните агенти с извличане на информация е да се отговори на потребителския ред X, като се повтори най-подходящият ред Y от корпус от естествен (човешки) текст. Разликите в тези системи се крият в това, как те избират корпуса и как решават кой е човешки ред е подходящ за копиране. Генеративните разговорни агенти предварително се „обучават“ върху корпуси от диалози, в резултат на което са в състояние да създаде нов текст, който е подходящ за отговор на зададения въпрос.

ЧАСТ I. ПРЕГЛЕД НА МЕТОДИ И ТЕХНИКИ НА ОБУЧЕНИЕ, БАЗИРАНО НА ИГРИ, И НА ПЛАТФОРМИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ИГРИ

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Създаването на игра е изкуство и като всяко изкуство носи послание. Медията е морално индеферентна сама по себе си – тя предава това, което е заложено като съдържание в нея. Авторите носят отговорността за качеството и идеите, които разпространяват. Най-важната характеристика на игрите, която ги отличава от всички други медии е тяхната интерактивност. Играта е рефлексивен инструмент - с негова помощ играчите измерват бързината на реакциите си, познанията или способността си за планиране. За разлика от другите медии тук няма зрители, а само участници. Играта е виртуална контролирана среда в която индивидът се изпитва без сериозни последствия от действията му, без наказания и без страх от провал. Игрите са потенциално мощно широко приложимо масово образователно средство [Prensky, 2003].

Съвременните методи на обучение прибягват до все по-широко приложение на мултимедийно съдържание в педагогическия процес, включително т.нар. „сериозни игри“. Целта им е да подобрят образователния процес като поднесат необходимата информация в интригуващ и забавен вид. Образователните игри се различават коренно от традиционните методи за обучение. Те са пример за употреба на позитивна мотивация в дидактическия процес вместо негативни подходи (слаби оценки, физическо или психическо домашно насилие, социална дезинтеграция). Заинтригуването и насочването на вниманието в желаната посока, използва техники за психологическо въздействие, отдавна употребявани в сфери като политическата пропаганда или комерсиалната реклама (звук, цвят, анимации, клипове, символика и т.н.) за постигането на една по-благородна и общественополезна цел.

Огромна част от разработените до момента образователни игри, с изключение на тези насочени към най-младата публика (3-5 годишна възраст), са с потискащо академична атмосфера и ниско художествено качество на графичния интерфейс, рязко контрастиращо със съвременните комерсиални заглавия. Терминът „сериозна“ игра, подвежда много от авторите да създават продукти, лишени от по-широк контекст и интрига. Игрите са дейност с неформален и незадължителен характер, отличаващи се със собствена специфика. В условията на конкуренция със съвременните медии – кино, телевизия, музикална индустрия и най-вече комерсиалните компютърни игри, за да привлече вниманието на публиката една образователна игра трябва да използва аналогични средства за въздействие – модерна визия и мултимедийно съдържание.

Модерното обучение, базирано на игри, се нуждае от лесни и бързи методи за разработка на образователни игрови единици, които представят учебното съдържание в дадена предметна област. Тези методи трябва да спомагат няколко основни цели:

- Възможност за лесно представяне на учебни термини, факти, взаимовръзки и зависимости от предметната област на даден курс на обучение, предназначен за дадена целева група учащи – ученици, зрелостници, студенти.
- Възможност за вграждането на учебния материал в нов контекст, като крайният резултат от поставената задача е пряко обвързан с усвояването на учебния материал.
- Възможност за самооценка на придобитите знания и способности за прилагане на наученото в нов контекст.
- Възможност за предоставяне на интересни, предизвикателни и забавни задачи на учениците, които да дават незабавен отговор за постигнатите резултати.

Целта на изследователския проект АПОГЕЙ е да се създаде приложна рамка и софтуерна платформа за улеснено създаването на едно-потребителски образователни видео игри от тип лабиринт, които ще могат да съдържат разнообразни мини-игри, вградени в лабиринта. Семантичният модел на учебното съдържание трябва да бъде опростен, разширяем и разбираем, а достъпът до създаваните игри – лесен и универсален. Същевременно, при проектирането на мини-игрите ще бъде предвидена възможност за параметризация и персонализация на играта, както и за адаптация се към нивото на знанията на потребителя.

Изборът на технологии за реализация, както и осигуреният достъп през уеб ще осигурява независимост и гъвкавост спрямо време и място. Преподавателите ще могат да създават игрови единици без ограничение от гледна точка на време и място. От своя страна, обучаемите (ученици или студенти) ще имат възможност да играят, да се обучават и самооценяват, по което време пожелаят в училище или вкъщи.

Не на последно място трябва да отбележим и силно мотивиращия ефект, както за преподавателите, така и за учениците. Улесненото използване за създаване на игри, както и повишеното внимание на учениците е предразполагащо за преподавателите да продължат да използват игри в курса на обучение. От друга страна предизвикателството за победа в игрите, възможността за непосредствена обратна връзка и самооценка на придобитите знания и достъпността на игровия модул има силно мотивиращ ефект за съвременните ученици.

2. ОБУЧЕНИЕ, БАЗИРАНО НА ИГРИ

В тази секция разглеждаме основни дефиниции, методи и подходи в реализацията на обучение, базирано на дигитални видео игри.

2.1 Базови дефиниции

В основата на понятието „обучение, базирано на игри“ стои електронното обучение, или е-обучението [Kiili, 2005]. Съществуват множество дефиниции за е-обучение, като по принцип понятието включва обучение, при което информационните и комуникационни системи служат като характерно средство за осъществяване на процеса на обучение [Karr, 2012]. Някои от предимствата на електронното обучение са възможността за отдалечен достъп до учебните материали, избягване на ограниченията от учебно разписание, възможност за увеличаване на броя обучавани студенти, поради лесния достъп до учебния материал [Van Eck, 2006].

За дефиниция на обучението, базирано на игри, ще приемем следното определение:

„Обучение базирано на игри е процесът на създаването на начин за представянето на дадена идея по начин, който е мотивиращ, предизвикателен и забавен и има измерима учебна цел като основа“ [Plass et al, 2015].

Общото понятие за игри може да бъде дефинирано по учудващо много начини, често променящи гледната точка за възприятието за игрите [Wittgenstein, 2009]. Игрите като последователност от решения или като забавление базирано на правила, са популярни определения. За целите на настоящата дипломна работа ще дефинираме понятието обучаващи игри с образователна цел като приложения, които използват характеристиките на видео и компютърните игри за създаване на интересни и увлекателни методи за обучение, за да бъдат постигнати специфични учебни цели. Като частичен синоним за обучаващи игри се използва и терминът „сериозни игри“ (serious games) дефинирани още като „игри, в които обучението, в различните му разновидности, е основната цел, а не забавлението“ [Michael & Chen, 2005].

Играта е множество от действия, включващи един или повече играчи. Тя има цели, ограничения, резултати, във формата на награда и последствия. Играта се ръководи от правила и в някои отношения поставя играча в неестествена среда. И накрая, играта съдържа в себе си някаква форма на състезание, дори да е състезание на човек срещу самия себе си.

Повечето игри са предназначени да забавляват, а не да обучават. Най-честата причина човек да реши да играе игра е за да изпита забавлението от самите действия в играта. Обучението по време на игра е най-често случайно последствие или преднамерено, но само с цел играещият да стане по-добър в

самата игра. Предизвикателството за обучаващите е да прехвърлят случайно придобитите и усъвършенствани умения и знания при игра, към конкретни учебни цели.

С цел да се подберат определен набор игри подходящи за употреба в адаптивна система за електронно обучение ще поставим следните критерии, на които трябва да отговаря дадена игра:

- трябва да е относително проста за игра – този критерий произлиза от убеждението че игрите, които се използват с цел обучение не трябва да са с прекалено сложни правила, за да не се принуждава обучавания да отделя прекалено много време в изучаване на правилата на играта;
- да може да се адаптира и препрограмира бързо и евтино – за да се поддържа разумно отношение между цена и ползи трябва стойността на ресурсите, които ще се пожертват да е относително по-малко от стойността на ползите, които ще бъдат постигнати;
- трябва да имат видим потенциал, така че след евентуално адаптиране да се използва за образователни цели;
- трябва да може да се играе от единствен играч – този критерий е провокиран от изискването игрите да могат да се включват в курс на обучение и като изпитни обекти в адаптивни системи за обучение, като напр. системата ADOPTA [Vassileva, 2011].

2.2 Характеристики на образователните видео игри

Най-важните характеристики на компютърните игри, прилагани като средство за обучение са анализирани и обобщени първо от Марк Пренски [Prensky, 2003]. Това са:

- Игрите доставят удоволствие и предизвикват емоции у играещите по време на игра;
- Игрите мотивират творчеството, чрез въвлечането на участника в съревнования, конфликти и решаване на проблеми;
- Игрите мотивират обучаваните чрез използването на добре дефинирани правила и поставянето на достижими цели;
- Игрите стимулират самочувствието на играчите чрез привлекателни възможности да се спечели играта;
- Игрите предлагат взаимодействие и могат да бъдат адаптивни, което добавя предизвикателство за обучавания.

Образователните видео игри притежават разнообразно характеристики. В адаптивната система за електронно обучение ADOPTA [Bontchev & Vassileva, 2011] се използват четири основни типа учебни стилове, при определяне на

обучавания. Това са активист, теоретик, прагматист и рефлектор. Изследването, представено в статия, посветена на учебни приложения на компютърните игри [Dempsey, 1996], дава следната информация за обучаваните принадлежащи към различните стилове – обучаваните от типа рефлектор са най-склонни към състезание, докато хората от типа прагматик клонят към другата крайност. Данните от споменатото изследване определят много от ключовите характеристики, които обучаваните считат за значими за добра игра. Съществуват три основни характеристики:

- необходими са ясни и точни инструкции за правилата на играта;
- играта трябва да предоставя предизвикателство;
- играчът трябва да има контрол над особеностите на играта, като скорост, ниво на трудност, отчитане на времето, звукови ефекти, обратна връзка.

Други качества на игрите, които са отбелязани като съществени според играчите [Dempsey, 1996], са:

- визуални характеристики като дизайн на екрана, цветове, оформление на текста, действията, анимациите и графиката;
- ясно определени цели и задачи в игрите на дъска и с карти;
- възможности за успешно завършване на играта – съотношение между успешни и неуспешни ходове;
- ясно определяне на постигнатото ниво в хода на играта;
- разнообразие в различни аспекти на игрите;
- възможност за подпомагащи функции, като подсещане (подказване) или пример.

От друга страна някои характеристики на игрите се определят като разсейващи, като например:

- включено насилие в хода на играта;
- липса на ясни цели, правила;
- липса на възможност за контрол върху качествата на играта;
- липса на взаимодействие;
- скучен дизайн на потребителския интерфейс на играта – като липса на цветове или незадоволителна графика.

Много играчи използват като стратегия при игрите метода на *проба и грешка*. Пробата и грешката в компютърните игри се дефинира като отсъствие на систематична стратегия по време на игра. Тази конкретна стратегия включва действия и реакции съобразени с конкретните обстоятелства, последствия и обратна връзка от играта. Знанието за начина, по който се играе съответната игра, се натрупва чрез наблюдение и участие в процеса на

играта, а не чрез прочит на правила и инструкции. Този метод не благоприятства процеса на обучение.

Играещите имат нужда от точни и ясни инструкции за правилата на играта – играта трябва да включва предизвикателство за конкретния играещ, възможност за контрол върху скорост, трудност, отчитане на време и помощни функции. Желани характеристики са също качествен дизайн на екрана, цветове и подходящо включени звуци и обратна връзка от играта. Липсата на изброените характеристики повишава вероятността играта да не успее да задържи вниманието на обучавания достатъчно време, за да се постигнат учебните цели. Отсъствието на точни инструкции за начина, по който се играе играта, липсата на ясно дефинирани цели водят до използването на дефинираната по-горе стратегия на опита и грешката. Често един играч започва играта по метода на пробата и грешката и в последствие се обръща към описаните инструкции, ако има такива, затова е желателно образователните игри да позволяват и използването на тази стратегия, но и да поддържат добре описани инструкции за правилата и целите на играта.

2.3 Теоретични подходи и методи в обучението, базирано на видео игри

За целите на успешното обучение базирано на игри в предходната глава определихме необходимостта от точни дефиниции на предвидим изход от играта, както и цели, ограничения, правила за отчитане на постигнат резултат, възнаграждаване и последствия от действията на обучаваните. В следващите секции ще представим общ поглед над употребата на образователни игри за повишаване на качеството на електронното обучение и от друга страна ще представим технологиите и практиките за семантична организация на образователно съдържание, необходими за качествено конструиране на игри поддържащи терминология към даден курс на обучение.

При създаването на игри с учебна цел голямо предизвикателство е вплитането на учебните обекти в игровия процес. Правилният отговор на въпроса „Фокус върху победата срещу фокус върху научаването?“ разграничава една наистина обучаваща игра от обикновено забавление. Изследване на Lepper и Cordova [Lepper & Cordova, 1992] показва, че ако материалът за изучаване е само фон на играта, учениците ще преминат покрай него по пътя си към крайната цел – победата, без да го забележат. По тази причина, не е достатъчно просто да се интегрира учебното съдържание в дадена игра, защото ако е възможно да се отбележи точка и да се спечели играта без да се научи необходимото, учащите ще се възползват от това. От особено значение е научаването на определения обем учебно съдържание да е обвързано с победата в играта. Когато веднъж това е постигнато, получените игри могат да бъдат използвани, за да стане обучението забавно и да се мотивират учениците да учат с удоволствие извън класната стая.

Обучението чрез видео-игри има за цел да предложи нови подходи, които да допълнят, надградят, осъвременят или създадат нови предпоставки, принципи, методи и модели за придобиване на знания. Видео-игрите повишават от една страна мотивацията на обучаемите и тяхното въвличане в и ангажиране в процеса на игра. От друга страна, видео-игрите позволяват да се подобрят методите и инструментите за представяне на учебно съдържание, както и за изграждане на умения и придобиване на знания. За това е важно да се определят теоретичните основи и основните фактори, които допринасят от една страна за повишаване на мотивацията на обучаемите, а от друга страна – за подобряване на ефективността на учебния процес.

Проучването на Grund [2015] извежда шест основни теории, които показват как игрите и игровите елементи подпомагат обучението и допринасят за повишаване на мотивацията на играчите. Като прави задълбочен преглед на литературата свързана със сериозни игри, той идентифицира три основни психологически теории, които разглеждат мотивацията на играчите и три теории, свързани с процесите на обучение, които обясняват ефективността от използването на игри в процеса на обучението.

Игрите предполагат въвличането и изпълнението на дейности, които са забавни, мотивиращи и вътрешно-удовлетворяващи за играчите [Deterding, 2011]. Ако те не са такива, мотивацията за използването на игри намалява и съответно, ангажираността и желанието на играчите за въвличане в процеса на игра.

За това, на първо място тук ще се изброят основните фактори и теоретични постановки, които обясняват как и защо игрите са интересни и забавни за играчите и как те могат да помогнат на обучаемите да се ангажират, мотивират и да се потопят в процеса на игра.

2.3.1 Теория за игрови поток на мотивацията

Според теорията за игровия поток на мотивацията (Flow theory of motivation) [Csikszentmihalyi & Rathunde, 1993; Jegers, 2007], игровият поток се свързва със сюжета на играта, като действията на играча определят развитието и изхода на играта. Степента на въвличането на играча в игровия поток се характеризира с интензивността на концентрацията му и съчетава от една страна активни действия, а от друга – наблюдение и анализ на ситуацията. В игровия поток, индивидуалните притеснения се намаляват, като се създава усещане, че играчът контролира действията си, а дейностите в играта са сами по себе си мотивиращи. Докато играчът е в игровия поток [Liao, 2006], той е активно въвлечен в действията си, дотолкова, че може да пренебрегне физически дискомфорт, глад или умора, тъй като той изкривява усещането за време.

Степента на въвличане в игровия поток не е автоматична [Jegers, 2007]. За това предизвикателствата в игровия поток трябва да балансират индивидуалните умения на играчите, тъй като прекалено сложните предизвикателства предизвикват потиснатост и безпокойство, а лесните задачи водят до скука. Игровият поток се описва като част от преживяването и опита на играча (experience) в играта.

2.3.2 Теория за самоопределянето

Основният аспект на теорията за самоопределянето (Self-determination) [Ryan & Deci, 2000] е психологическото самоопределяне и мотивация на личността. В центъра на тази теория стоят различни психологически нужди, като нуждата от утвърждаване на компетенциите, лична автономност и социална свързаност. Удовлетворяването на тези нужди води до повишаване на мотивацията за игра, докато тяхното пренебрегване води до обезкуражаване. Въпреки, че не е изведена в изследванията на игрите, в [Kankanhalli et al, 2012] и [Liu & Santhanam, 2013] се прави връзка между психологическата нужда от самоопределяне и видеоигрите. Автономността се постига, когато играчите могат да изберат сами последователността от действия в играта, компетенциите се утвърждават при успеха и справянето с игрови задачи и балансирани предизвикателства, а свързаността се определя от социалните елементи и взаимовръзките с другите играчи.

Теорията за самоопределянето помага да се разбере как различни елементи в играта могат да се отразят на мотивацията играча. Така например, конкуренцията в играта може да има положителен или отрицателен ефект. Външните стимули (като награди, точки и баджове) могат да намалят усещането за автономност, тъй като играчът ще е принуден да изпълни определени действия, за да ги получи, и въпреки увеличаване на резултатите като количество (точки, успехи), тяхното качество за въвличане и мотивация на играча да е ниско. От друга страна, конкуренцията може да подхрани нуждата за учене и подобряване на компетенции. Разбирането на психологическото самоопределяне помага да се идентифицират факторите за вътрешна мотивация при разработването на видео игри за обучение.

2.3.3 Теория за целеполагането

Теорията за целеполагането (Goal-setting theory) [Locke & Latham, 1990] разглежда как поставянето на цели влияе върху мотивацията и изпълнението на задачите. Locke & Latham [2002] стъпват на 35 години емпирични изследвания в областта на целеполагането и ефектите върху мотивацията и разграничават четири основни механизма на целеполагането. Тези механизми влияят върху мотивацията и усилията за постигане на резултати в играта на индивидуално ниво, както следва:

- Ръководна функция (постигането на целта фокусира вниманието само върху дейности, които са пряко свързани с тази цел като се пренебрегват страничните дейности);

- Мотивираща функция (поставянето на високи цели води до по-високи усилия за постигането им, отколкото поставянето на по-ниски цели);
- Упоритост за постигането на целите (трудните цели изискват продължителни усилия);
- Индиректни действия за постигането на целите (постигането на целите е свързано с откриване на нови знания, развиване на умения или разработването на стратегии).

Особено последният механизъм играе водеща роля при обучението чрез игри. Един от най-важните фактори за ефективността на целите е ангажираността към целта. Високата ангажираност за постигането на целта води до силна връзка между цел и резултат. Тази ангажираност зависи от разбирането за важността на целта, която може да бъде увеличена като например публичното поемане на ангажимент, или възможността индивидите да изберат ангажимента, който могат да поемат. Ефикасността също е важна при поемането на ангажимент, особено когато се касае за трудни задачи. Тя може да се засили с успешни примери, ролеви модели, и убедителна комуникация за изпълнение на целите (стратегии за решение). Другите фактори са обратната връзка (степен на изпълнение на целта), сложност на задачата (висока сложност на целите изискват способност за идентифициране на подходящи стратегии) лични цели като медиатори за външни инициативи (взимащи предвид лични цели и самоефикасност), както и удовлетвореност (усъществяването на целите води до удовлетвореност). В литературата, стратегиите за целеполагане определят защо играчите искат да постигнат определени игрови цели. Така някои автори посочват баджовете и значките като цели, които са значими за играчите, като символ на статус. Други изследователи заключават, че използването на трудни, но осъществими цели имат силен мотивиращ ефект върху поведението на играчите.

2.3.4 Теории за обучението чрез игри

Повечето изследователи определят процеса на учене като многомерен конструкт, свързан с придобиването на умения и когнитивни резултати от ученето (процедурни, декларативни и стратегически знания), както и отношения [Logofatua et al., 2010].

В рамките на теориите за придобиване на знания, могат да се идентифицират два основни фокуса – активно учене, където обучаемият е в ролята на търсещ и проучващ новите знания и пасивно учене, където обучаемият изпълнява пасивно и наблюдава образователни задачи в специфичен контекст.

Експерименталното учене и теориите за активно учене от придобития опит (Experience-based learning theory) [Dornan et al, 2007] са свързани с опита подчертават влиянието на опита върху успеха на обучението. Централен конструкт в тези теории е така нареченият цикъл на учене на Колб [Kolb, Boyatzis & Mainemelis, 2001], който е съставен от конкретен опит,

рефлексивно наблюдение, абстрактно концептуализиране и активно експериментирание.

Koops и Hoenen [Koops & Hoenen, 2013] директно включват елементи от експерименталните теории за обучението в своя цикъл, като комбинират цикъла на обучение и цикъла на игра. Така те правят връзка между течението на играта и теорията за експериментално обучение [Kolb, 1984]. Докато цикъла на играта съответства с преживяване, подобно на игровия поток, то цикъла на обучение съвпада с цикъла на теоретичния модел за експериментално учене. Авторите смятат, че ако се въздейства на трудността на играта, може да се направи преход между цикъла на игра и цикъла на обучение. Така, техният модел дава връзка между учене и мотивационни теории. Други автори [Monk & Lycett, 2011] описват модифицирана и опростена версия на теориите за експериментално учене, като използват цикъла на обучение, който се състои от действие, осмисляне (рефлексия) и разбиране.

Други автори, като Taylor et al. (2012) предлагат модел, според който практическият опит трябва да предшества теоретичната дискусия и учебното съдържание. Така може да се каже, че експерименталното обучение може да се приложи в игрите за обучение, доколкото те дават възможност за преживяване на цикъла на обучение.

2.3.5 Теории за обучението чрез пъзели

Пъзелите се използват широко в образователен контекст, тъй като включват разработването на много полезни умения като критично мислене, логическо мислене, разпознаване на образи, неструктурирано решаване на проблеми и др. В този контекст е интересно да се отбележат дългосрочните наблюдения на [Michalewicz & Michalewicz, 2008; Falkner et al, 2009; Michalewicz et al, 2011; Falkner et al, 2012], които са направени в рамките на курсове за обучение, основани на пъзели, с цел изграждане на сложни умения като критично мислене и решаване на проблеми. Изследвайки много емпирични проучвания в различни образователни контексти, множество автори подчертават, че ученето, базирано на пъзели, се основава на критичното мислене, мотивирайки учещите да решават сложни и неструктурирани проблеми [Falkner et al, 2009]. Много реални проблеми могат да бъдат изследвани като мащабни пъзели, а уменията за решаване на пъзели могат да бъдат наричани *бизнес умения* [Falkner et al, 2012]. Целта на *обучението, базирано на пъзели*, е да развие умения и подходи за критично мислене за ефективно решаване на реални проблеми [Michalewicz et al, 2011]. В общия си смисъл, решаването на реални проблеми изисква четири категории умения:

- за справяне с несигурни и променящи се условия
- за прилагане на специфични за дадена област знания и методи
- за прилагане на критично мислене

- за прилагане на общи стратегии за решаване на проблеми.

По-конкретно, в [Falkner et al, 2009] се предполага, че образователните пъзели трябва да отговарят на четири основни принципа: да бъдат общи (следвайки универсалните правила), да бъдат прости (да си спомнят лесно правилата), да предизвикат момента на *Eureka* (да се предизвика играча) и да бъдат забавни (за да се включи активно играча в решаването им). Двата основни принципа на пъзелите са моментът на Еврика и забавлението (или развлечението). Моментът на Еврика включва чувство на неудовлетвореност, облекчение (когато пъзелът е решен) и награда [пак там]. Без елементи на забавление, решаването на пъзела може да стане скучно и интересът към решаването му може да отслабне.

Сред другите отличителни черти на пъзелите [Law, 2016] са, че те са самостоятелни (цялата информация за решаването на пъзела се доставя в нея) и че пъзелите обикновено не засягат конкретен предмет или област на знанието, а разчитат на общи принципи и знание. Чрез сравняване на пъзели с математически проблеми и задачи, в [Law, 2016] се твърди, че решаването на пъзели и проблеми може да помогне на учениците да възприемат нови и творчески подходи, да правят избор, да развиват умения за моделиране, да развиват упоритост, да практикуват разпознаване на образи, намаляване на проблемните ситуации упражнения. По подобен начин, [Steinkuehler & Squire, 2014] изследва следните функционални роли на образователни пъзели за видеоигри като:

- инструмент за представяне / предоставяне на учебно съдържание,
- стимул за допълнителна интелектуална дейност,
- инструмент за оценка на обучението,
- модел за прехвърляне на характеристики към друг контекст или области на действие.

Тези функции позволяват на пъзел-игрите да се превърнат в подходящ инструмент за подпомагане на процесите на обучение. Фокусът на ученето, основаващо се на пъзели, е развитието на преносими и независими от областта умения [Falkner et al, 2012]. В допълнение, тя засилва интроспекцията и разсъжденията, като разглежда абстрактно ниво и модел на мислене, за да създаде ключови умения и знания като критично мислене, логическо мислене и аналитични способности [Law, 2016]. Пъзелите насърчават решаването на проблеми чрез нестандартно мислене, аналитични умения, умения за памет, разпознаване на образи, абстракция, креативност и ангажираност. Освен това, успешните, забавните пъзел-игри много внимателно контролират темпото, с което хронологично се въвеждат предизвикателства (т.е. се променя кривата на обучение) по време на взаимодействието на играчите с играта.

3. ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИГРИ И ПЛАТФОРМИ ЗА ПОДПОМАГАНЕ НА ЕЛЕКТРОННОТО ОБУЧЕНИЕ

Преди да разгледаме видовете образователни видео-игри и платформите за създаването им, накратко ще опишем ползите от използването им в учебния процес.

3.1 Ползи от използването на образователни видео-игри в учебния процес

Образователните видео-игри имат голям потенциал за развитие, както в неформалното, така и във формалното обучение. Използването на видео-игри и като цяло игровизацията в образованието може да повиши мотивацията и ангажираността на учениците, както и да помогне за преодоляването на схващането за училището като скучно и неефективно с оглед на съвременните условия [Dicheva et al, 2015]. Моделите за обучение чрез игри се използват все по-успешно във формалното образование, особено в области като медицината, военното дело, физическо и друго обучение [Logofatua et al, 2010]. Въпреки това, използването на образователни видео игри в училищното обучение е все още рядко [Dicheva et al, 2015].

Мотивите за използване на игри в обучението са различни. Множество автори посочват ползите от прилагането на видео-игри. Например, Steinkuehler & Squire [2014] откриват в емпиричните резултати от различни проучвания ползите за използване на видео-игри спрямо отделните академични направления като неврология, социални изследвания в образованието, психология и методи на обучението. Авторите цитират проучвания, доказващи възможността на *action games* (екшън игрите) да подобрят зрителната острота и внимание, историческите симулации да подпомогнат развиването на системно мислене и по-задълбочено разбиране за процесите в световната история и география, *exergames* (компютърни игри, свързани с физически движения) да подобрят изразходването на калории и физическата активност при децата, ефектите на *casual games* (компютърна игри, предназначени за широк кръг потребители) влияят върху настроението и намаляват стреса, както и помагат развиването на езикови умения и разбиране на текст, критично мислене, възможност за анализ и други.

Въпреки явните ползи, които се подчертават в различните проучвания, използването на игри в обучението навлиза трудно и бавно в образователните практики. Както много учени и практики отбелязват, една от основните пречки е нуждата от една страна използваните видео-игри да бъдат интересни и мотивиращи за обучаемите, а от друга страна – да подпомагат изпълнението на образователни цели, по-ефективно и с по-добър резултат от други педагогически методи и медии.

3.2 Съществуващи решения и софтуерни платформи

В последно време се наблюдава засилен интерес към използването на компютърни игри за обучение главно заради популярността им сред съвременното поколение учащи и заради силната мотивация, която предизвикват. Изследване от 2005 година показва, че 78% от 16-19 годишните играят компютърни игри, 87% от 8-11 годишните и 88% от 12-15 годишните играят конзолни игри у дома си [Pratchett, 2005]. Електронното обучение с помощта на игри, или обучение базирано на игри (*Game-based learning*) има големи предимства за съвременното поколение пред традиционните методи за обучение, тъй като пасва на нетърпеливия характер на съвременните хора и предразположението им към използване на електронни устройства в ежедневието [Norris & Soloway, 2009]. В днешно време учащите използват за развлечение различни видове игри:

- Видеоигри
- Ролеви игри
- Игри с карти и на дъска
- Спортни игри

Видеоигрите, както и игрите на дъска могат да бъдат използвани и за разширяване на познанията в дадена предметна област или за самооценка на придобитите знания. Използването на игри с образователна цел, или т. нар. *edutainment* [Egenfeldt-Nielsen, 2011], започва да навлиза все повече в съвременните образователни методи, както като основен начин за усвояване на учебния материал на даден курс, така и като начин за стимулиране на интереса на обучаваните и задържане на вниманието по време на представянето на материала. Предимствата на обучението базирано на игри са, че по този начин учениците са по-мотивирани да учат, увличат се в материала и така учат по-ефективно, учат се от грешките си.

Някои от най-популярните типове игри използвани за образователни цели са викторините, пъзелите и игрите за решаване на проблеми [Linehan et al, 2014]. Те могат да бъдат разглеждани като игри на дъска, при които се придвижват фигури по определена повърхност, като карта или дъска [Wiemker et al, 2015]. Някои игри-викторини прилагат правила от игри на дъска за преминаването през играта за придвижване на играча от един въпрос към друг и за контролиране на сложността на въпросите [Michalewicz & Michalewicz, 2008].

Конструирането на игра на дъска може да включва игрово ядро (*game engine*), контролиращо един участник играещ сам или срещу изкуствен интелект, който играе като реален противник [Falkner et al, 2009]. Много често в игрите участват няколко играча, като по този начин се дава възможност на участниците да се учат един от друг докато играят за удоволствие. От друга страна, дизайнът и изграждането на игра за много

играчи са много по-сложни в сравнение с игра за един играч, поради необходимостта за синхронизация и комуникация между играчите [Michalewicz et al, 2011].

С навлизането на мобилните телефони и преносимите устройства, започват да навлизат и мобилни игри за електронно обучение. Мобилното електронно обучение се дефинира като обучение, което не зависи от място и време и учебното съдържание се осигурява чрез преносими устройства използващи безжична връзка за пренос на данните [Falkner et al, 2012]. Това прави необходимо използването на модерна рамка за изграждане на игри с мобилен интерфейс.

Викторините (въпросниците) са много широко разпространени в електронното обучение, тъй като могат успешно да бъдат прилагани както в игри за забавление, така и за самооценяване и изпити. Игри с въпроси могат да бъдат проектирани с помощта на множество приложения, като Tanida Quiz Builder¹, Wondershare QuizCreator², Quiz Center³ и много други. Освен изброените приложения съществуват и няколко приложни рамки и инструменти за конструиране на образователни викторини. Някои от тях позволяват изграждане на въпросници чрез авторска среда [Retalis, 2008], други предлагат автоматично генериране на въпроси и автоматично оценяване на отговорите [Dreher et al, 2005]. Също така съществуват инструменти, които предлагат възможност за параметризирани въпроси [Hsiao et al, 2009]. В последно време усилията са насочени към подходи за адаптивно управление на игрите. QuizGuide и QuizJet [Sosnovsky & Brusilovsky, 2015] са адаптивни системи, разработени с цел да се помогне на учениците да изберат игри за самооценка отговарящи на стила на учене на конкретния обучаван. И двете споменати системи използват адаптивна навигация, за да изберат най-важните теми от курса на обучение, тъй като авторите на системите са установили, че такъв подход помага на по-слабите ученици да напреднат по-бързо.

Специфичен тип дигитални игри са игрите на дъска. Добавянето на игри на дъска към процеса на обучение стимулира интерактивното изучаване. Играчите се учат един от друг, като същевременно се обучават. Една такава игра е ELG [Retalis, 2008], поддържана от адаптивна система за обучение. Играта има елементи на състезателна игра на дъска, като целта ѝ е да подобри представянето на конкретен ученик, като му предоставя възможност да участва в различни учебни дейности под формата на игри на дъска. Освен това играта има авторска среда, чрез която учителите могат да персонализират всяка игра в зависимост от целите на ученика, нивото на знанията и предпочитанията. Персонализацията и адаптацията се реализират

¹ <http://tanida-quiz-builder.smartcode.com>

² <http://www.sameshow.com/quiz-creator.html>

³ <http://school.discoveryeducation.com/quizcenter/>

чрез описание на правила за преминаване от едно ниво на играта към друго, съответстващо на една цел.

Адаптивните системи за обучение се опитват да подобрят виртуалния процес на обучение, чрез осигуряване на различно учебно съдържание и дейности за различни индивидуални групи обучавани. Някои от модерните платформи за адаптивно обучение адаптират доставката на учебно съдържание в зависимост от учебните стилове на учениците. Пример за такава система е платформата ADOPTA (ADaptive technOlogy-enhanced Platform for eduTAinment) [Bontchev & Vassileva, 2012]. Платформата представлява модулна система, включваща авторска среда за създаване на учебно съдържание за електронно обучение, инструкторска среда, както и модул за управление на адаптивното доставяне на учебни материали. Системата използва учебни стилове, за да осигури адаптируемо доставяне на учебно съдържание. Преподавателите имат възможност да подреждат учебни обекти в графи чрез Flash интерфейс в дадена учебна област.

Планирано разширение на системата ADOPTA е употребата на различни типове игри, от които да се избира подходящ за конкретния тип обучаван. Някои от планираните типове са викторини, пъзели и игри на дъска. Чрез описаната в настоящата дипломна работа приложна рамка за създаване на игри, към учебните обекти използвани в адаптивния избор на учебно съдържание се прибавят и адаптируеми игри на дъска.

3.3 Игри-пъзели

Докато сложните технологии за видеоигрите и подходите за обучение, базирани на игри, привличат вниманието на практикуващите и изследователите, литературата за обучението, базирано на пъзели, остава скромна. Исторически, типовете пъзели съществуват още от древността, изобразени в залите на египетските пирамиди или участващи в митологията и легендите (лабиринтът на Кнос). През вековете пъзели са занимавали и забавлявали хората, а днес някои математически и логически пъзели помагат за обучението на алгоритми за изкуствен интелект. В образователните настройки пъзелите са популярни средства за обучение и учителите лесно ги адаптират към специфичния контекст или дисциплина на ученето [Hill et al, 2003], като предизвикват и забавляват учениците и решаването на пъзели [Namari et al, 2016].

Обикновено пъзелите се определят като игри за един играч или системи, основани на правила, които са интересни и приятни за игра [Kendall et al, 2008]. Пъзелите представляват голямо разнообразие и видове от игрови дейности, в които се иска играчът да намери решение чрез прилагане на определен набор от правила. Играчът или решаващият пъзела се нуждае от изобретателност, логика, знание или търпение, за да намери правилното решение.

Строго казано, пъзелите не са игри [Karhulahti, 2013], тъй като са статични и единични, прости и не-социални [Kim, 2008]. За разлика от повечето видео игри и други игрови дейности, пъзелите да не изискват победа над конкурента и не използват елементи на социализация. Разрешаването на проблема е централната игрова механика на пъзела [Rollings & Adams, 2006] и намирането на решението е вътрешно мотивиращо, както естетически, така и удовлетворяващо за играча [Kendall et al, 2008]. Според Стивън Клонтц [Clontz, 2017], пъзел е всеки въпрос или проблем, който отговаря на две важни условия:

- да бъде проектиран по начин, забавляващ решаващия;
- да има добре дефинирано решение.

Ето защо, първо, пъзелите като всяка друга форма на игра трябва да бъдат забавни и ангажиращи. За тази цел трябва да се имат предвид следните три фактора: пъзелът да предлага непозната задача, предизвикателството на пъзела (не прекалено лесно и не твърде трудно), и трик за решаването на пъзела [Rollings & Adams, 2006]. При пъзелите забавлението произтича предимно от ученето, от декодирането, запаметяването и прилагането на специфични умения за прогрес, тъй като пъзел-игрите генерират забавление предимно от решаване на проблеми [Melero et al, 2011].

Второ, играчите трябва да намерят едно или няколко добре дефинирани решения, решаващи логическо или концептуално предизвикателство, често в рамките на определен срок или в комбинация с други елементи или действия. Пъзелите са "психически предизвикателни" [Linehan et al, 2011] и могат да бъдат интегрирани в екшън или приключенски игри, използвани като градивни елементи на по-сложни игри.

В класификациите на компютърните игри, пъзелите са специфичен подклас на видеоигри. Обикновено те се играят в серия, представяйки вариация на определена тема. Тази обща тема може да включва разпознаване на образи, логическо проследяване или разбиране на процеса. Пъзелите имат прост набор от правила, а пространството за игра е ограничено в рамките на пространствено дефинирана структура като дъска, мрежа или друга затворена структура. Играчите трябва да решат предизвикателство от типа на пъзели преди да спечелят и да се преместят на следващото ниво и трудността на играта да се увеличава постепенно. В някои пъзел игри, трудността на нивата може да варира.

Както вече споменахме, пъзелите варират значително по тип и по елементи. Някои автори [Clontz, 2017] категоризират пъзела в следните жанрове: механични пъзели (като например куб и змия на Рубик, охлюви, пъзели с клечки от кибрит, и други); логически пъзели (като sudoku, нонограми и логически мрежи); математически пъзели (формални или наративни), пъзели с думи (например кръстословици или така наречените „супи от букви“); любопитни факти (разнообразие от различни видове пъзели,

включително смесени видове); загадки (макар че не отговарят на определението за пъзела); и пъзели с шаблони (като намирането на следващото число в последователност или премахването на числото/фигурата, която не следва в даден образец). Очевидно някои популярни жанрове пъзели не са включени в тази категоризация, като например пъзели за съвпадение и комбиниране (съвпадение на плочки като играта *2048* или *Tetris* и други пъзели с падащи блок); игри за развитие на паметта (като реконструкция на позициите на фигури, след като играчът ги наблюдава за кратко време); пъзели за наблюдение (например, за да се намерят разликите между две картини); пъзели със скрити предмети (като *Black Box* или *Minesweeper*) и пъзели с движещи се блокове (където играчът трябва да попречи на някои движещите се блокове да достигнат противоположния край на дъската).

Освен това разширяване на дефиницията по-горе, загадките и конструктивните пъзели могат да се разглеждат като такива пъзели, които могат да имат едно или няколко добре дефинирани решения, или могат да имат много и неизвестни решения. *Escape rooms* [Wiemker et al, 2012] могат да бъдат разглеждани като пъзели, както и специфични подкласове на пъзел или лабиринтови игри, дори ако се играят от екип. Участниците трябва да решават различни предизвикателства, за да намерят добре дефинирани решения и да избягат от определено физическо или виртуално пространство в рамките на определен срок. Важно е да се отбележи, че те могат да съдържат както реални, така и виртуални задачи и предизвикателства.

3.4 Семантична организация на учебното съдържание в образователните видео игри

За да се улесни масовото използване на образователни игри в модерното електронно обучение, учителите се нуждаят от прости, ефективни и разширяеми софтуерни платформи, осигуряващи механизми за бързо и лесно изграждане на познавателни игри на върха на съдържанието на преподаваната област. С цел лесно и автоматично внедряване на учебно съдържание в съвременните образователни видео игри, самото съдържание трябва да бъде създадено и организирано чрез подходящи средства на семантичното структуриране. Семантичното структуриране и организация на образователното съдържание ще позволи автоматично извличане на съдържание и обещава да направят подобни игри по-подходящи за целите на електронното обучение [Bontchev et al, 2011].

Модерните подходи за семантично моделиране на съдържание от даден домейн включват таксономия, речник /лексикон/, тезаурус /thesaurus/ и онтология.

Таксономията осигурява само йерархично структуриране на съдържанието от даден домейн, но не и връзки между концептуални типове /понятия/. Съвързането на понятия, от общи към специфични, използва подход за

специализация на понятията от върха към периферията. В множеството от понятия се използват само йерархични връзки основани на наследственост (IS_A връзка), асоциативни връзки от вида HAS_A не са предмет на разглеждане от таксономията [Bontchev & Vassileva, 2011].

Тезаурусът [Aitchison et al, 1997] представя структуриран речник, най-често използван за извличане на ресурси по последователни индекси. Нотацията за йерархичните връзки е „по-широко понятие” (хиперним) и „по-тясно понятие” (хипоним). За разлика от таксономията, енциклопедичното представяне позволява дефиниране на асоциативни връзки с помощта на типа „свързан термин”. Стандартите за енциклопедия дефинират тринадесет типа асоциативни връзки като действие и последствие от действието, понятия свързани с тези, от които произхождат и т.н. Освен йерархични и асоциативни типове връзки, енциклопедията използва и връзка за еквивалентност. Всички връзки в този тип моделиране на съдържание са реципрочни и по-този начин дадена заявка за търсене може да бъде разширена, за да покрива еквивалентни и свързани понятия.

За разлика от таксономията и енциклопедията, онтологията структурира учебно съдържание чрез описание на природата на връзките в домейна от понятия и по този начин предоставя формална, точна спецификация на споделена концептуализация [Hendler, 2001]. Resource Description Framework (Рамка за описание на ресурси) – RDF⁴ схема е предложена от организацията на W3C и дефинира прост език за представяне на онтологии, моделиращ понятия и свойства и ограничаващ домейна и обхвата на понятията. OWL⁵ (Web Ontology Language) представлява XML базиран език разработен от W3C за представяне на онтологии със средствата на свойства на типове от данни, ограничения, типове свойства, като транзитивност, симетричност, изброимост и т.н. Освен това онтологията предоставя възможност за дефиниране на обединение от класове, пресичане и допълнение. Разработката на онтологията представлява „гърлото на бутилката”, тъй като са необходими множество професионалисти в областта на разработка и мощни инструменти за разработка. Онтологията улеснява автоматичното взимане на решения, но липсата на подходяща графична нотация възпрепятства широката ѝ употреба от хората.

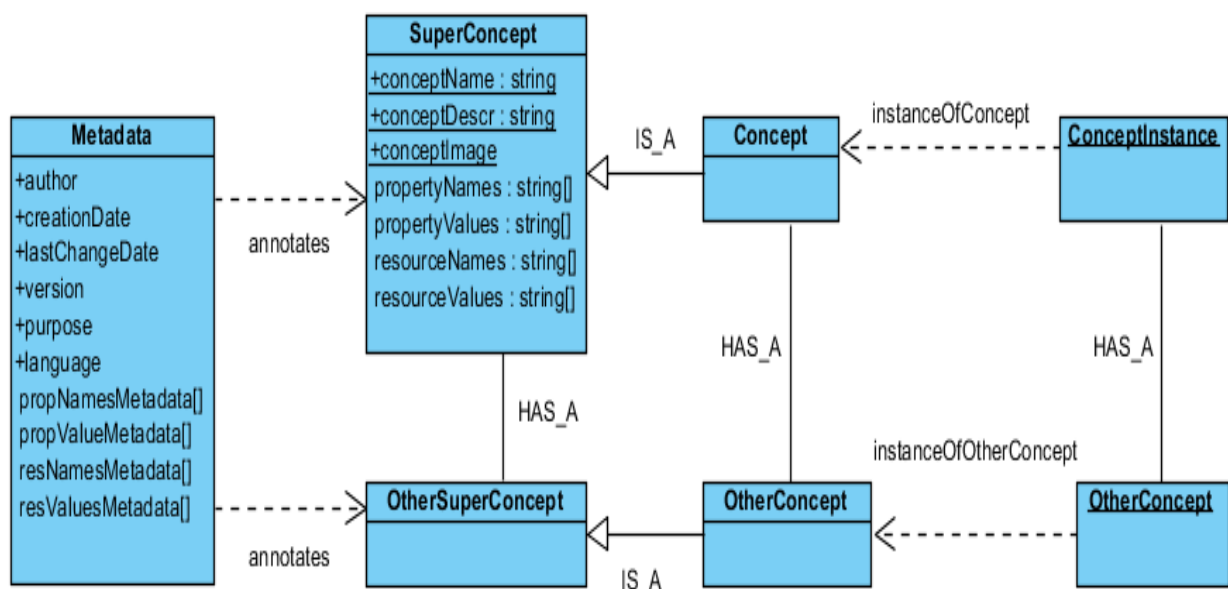
Както вече споменахме, OWL е мощен език за изграждане на семантични модели, който дава възможности за успешно взаимодействие между системите, възпроизвеждане на съдържание, автоматизирано вземане на решения и интелигентно извличане на информация, но всички тези възможности водят със себе си необходимостта от много усилия за конструирането и настройката на онтологията [Bontchev & Gonçalves, 2010]. Същевременно UML клас-диаграмите представляват подход за интуитивно визуално моделиране на съдържание, като дават възможност за описание на

⁴ <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

⁵ <http://www.w3.org/2004/OWL/>

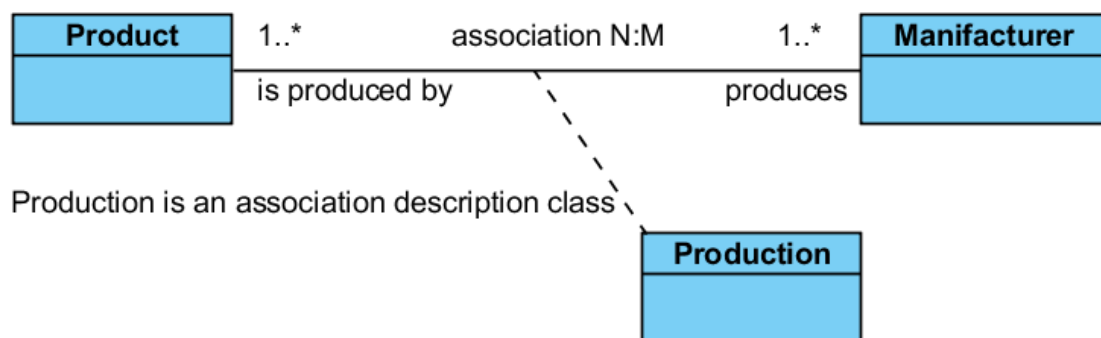
йерархии от класове, инстанции, клас-атрибути и взаимовръзки с аксиоми. За много олекотени модели ограничения като множествени операции над класовете и ограничения на свойствата не са от значение. Тъй като образователните игри се нуждаят от взаимосвързано, аотирано съдържание за пъзели, викторини (въпросници) и логически игри, ще използваме UML като проста и същевременно достатъчно мощна парадигма за създаване на олекотен семантичен модел на учебно съдържание за образователни игри. Немонотонното наследяване е мощен UML подход за лесно създаване на йерархии. Следва описанието на олекотен UML-базиран модел за организиране на семантично съдържание, с цел то да бъде преизползваемо за образователни игри, като пъзели и игри с думи.

Игрите трябва да могат да извличат от модела на съдържанието понятия (представени от класовете в UML модела), типизацията на класовете (представена от единично или множествено наследяване), физически примери (представени чрез инстанции на класовете), свойствата и ресурсите им (съответно с обхвата на класовете и инстанциите им и различната им видимост), наследствени връзки (още наречени IS_A), връзки между понятие и инстанциите му, връзки между понятията (наречени HAS_A и визуализирани чрез UML връзки като асоциация, агрегация, композиция и зависимост) и връзки между инстанции на понятия динамично по време на игровия процес. В същото време модела поддържа ограничено множество от метаданни за всяко понятие, което спомага за лесната интерпретация на данните. По този начин както текстово, така и графично съдържание представено от модела ще бъде използвано за генериране на пъзели, викторини и логически игри, по динамичен, преизползваем начин.



Фигура 1: Обобщен изглед на понятия, инстанции, метаданни и връзки
[Bontchev & Vassileva, 2011]

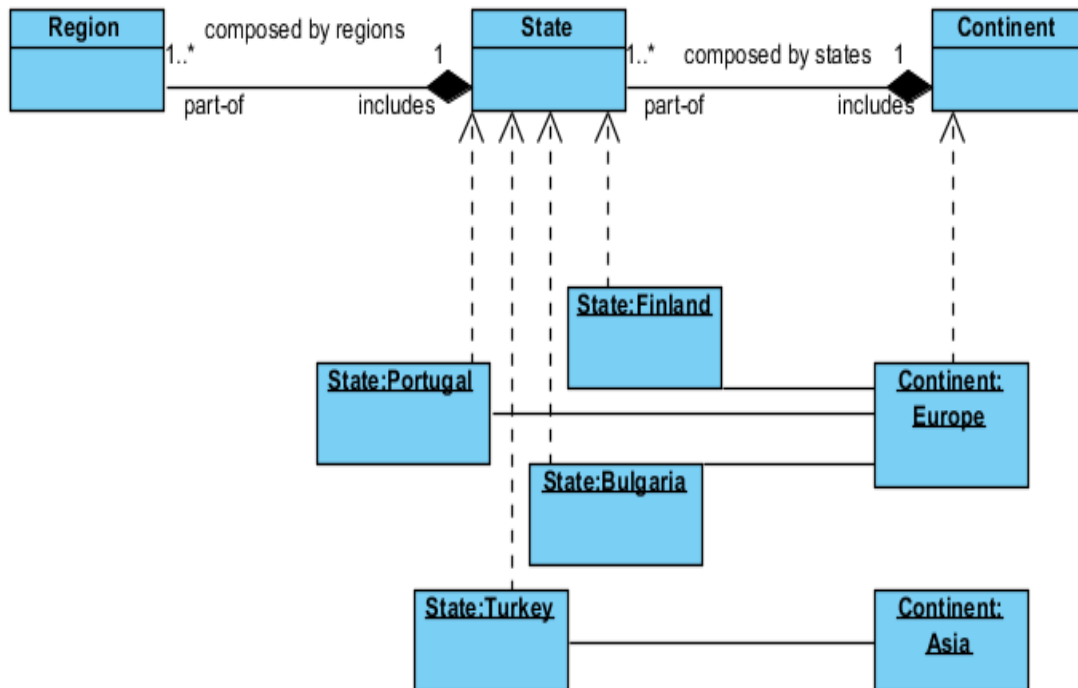
Общото представяне на понятие като клас, което се използва в модела е показано във фигура 1. Класът наречен SuperConcept има три атрибута с обхвата на класификатора (с еднаква стойност за всички инстанции). Атрибутът conceptName съдържа пълното име на понятието (пр. „Декларативен език“ или „Каскадни стилове“), а името на инстанция на класа може да се подаде като стойност на едно от свойствата му „Instance name“ (пр. „HTML“ или „CSS“). За всеки клас са показани класовете, които са над него в йерархията и за всяка инстанция на клас моделът показва класът, който се инстанцира чрез връзка „instanceOf“ или чрез използване на името на класа в пълното име (пр. „Markup_language:HTML“). Освен това, един клас може да съдържа описание на съдържанието във вид на текст или изображение, както и списък със свойства и ресурси на класа, именувани чрез двойки име-стойност и с евентуални OCL (Object Constraint Language) ограничения. Както имената, така и стойностите на свойствата и ресурсите могат да бъдат анотирани в инстанция на класа Metadata, който описва семантиката на всеки клас. Имената и стойностите на атрибутите могат да се декларират с различен обхват, в зависимост от необходимата видимост, като атрибути дефинирани като private, не могат да бъдат наследявани от никой подклас. Едно понятие може да има една или повече връзки от един UML-тип връзки, като една връзка има най-малко име, посока, роля и множественост (cardinality). На фиг. 1 асоциативната връзка няма посока, което означава, че е приложима и в двете посоки.



Фигура 2: Пример за асоциация от тип много-към-много [Bontchev & Vassileva, 2011]

Фигура 2 дава по детайлен изглед на асоциация от тип много-към-много между понятия Продукт (Product) и Производител (Manufacturer). Семантиката на асоциацията е описана от UML клас наречен Production. Този клас може да предостави детайли за реализацията на производствения процес на определен производител, качествените параметри на процеса, ключовите индикатори на представянето и т.н. По този начин класа на асоциацията анотира асоциацията и може самия да бъде анотиран. Такъв клас може да се

използва от ядрото на игра за генериране на въпроси за специфични връзки
между понятията.



Фигура 3: Пример за композиция от понятия и връзки между техни
инстанции [Bontchev & Vassileva, 2011]

Съществуват няколко връзки от тип HAS_A описани от модела и налични
за извличане от ядрото на игра. Фигура 3 показва пример за композиция на
понятия и връзките между някои техни инстанции. В UML композицията и
агрегацията представляват връзка от тип части-цяло, като композицията е по-
силна форма на агрегация, при която частите не могат да съществуват извън
цялото. Много пъзели и игри на думи могат да бъдат изградени чрез връзки
от този или друг вид.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все повече преподаватели започват да осъзнават ползите от използването на обучаващи игри в преподаването, но срещнатите затруднения при създаването на нови игри, съответстващи на преподавания материал, необходимостта от разнообразие и гъвкавост карат повечето да се откажат от използването на игрите за обучение. Въпреки това, компютърните видео игри са широко използвани в училищното образование – те могат да се използват в различни учебни направления и области, като развиват критично и логическо мислене и правят учебния процес по-интерактивен и приятен. Като улеснява учителите да създават адаптивни и персонализирани лабиринтови видео игри, включващи в себе си различни видео мини-игри от тип пъзел, проектът APOGEE има за цел да разработи нови инструменти за училищно образование за фокусирано и персонализирано обучение на учениците.

Основните предимства на планираните за включване в APOGEE лабиринтите мини-игри (пъзели) могат да се определят така:

- ниска крива на учене
- лесно приспособима към съществуващите образователни практики, към специфични учебни области и учебни сценарии в клас
- представляват интерактивен инструмент, поддържащ персонализирано и адаптивно обучение
- лесно се реализират в различни образователни контекст (работа в клас, домашна работа, учебни посещения и други)
- пъзелите са интегрирани в тематичен лабиринт.

От друга страна, основните слабости на пъзел мини-игрите в APOGEE се състоят в липсата на поддръжка на сложни игрови механики (като при комерсиалните видео игри), липсата на социализация по време на игра (всички пъзели са единични игри) и в поддръжката на ограничен брой интерактивни дейности.

Пъзел мини-игрите в APOGEE предоставят няколко основни възможности. Първо, пъзелите APOGEE могат да бъдат изследвани в различни формални и неформални учебни сценарии в училищата, като ще се подкрепя изграждането на полезни умения, преносими от една област в друга. Посредством използването на аналитични инструменти, ще се генерира голям набор от специфични данни за учащите, които ще подкрепят и ще подобрят усилията на учителите за персонализиране на обучението спрямо индивидуалните нужди на обучаемите. Освен това, стратегиите за персонализиране и адаптиране на APOGEE могат да бъдат интегрирани в други системи за електронно обучение като MOOC [Christensen et al, 2013], както и в мобилно обучение и смесени решения за обучение. И накрая, но не

на последно място, дизайнът на сценариите с пъзели може да подобри сътрудничеството между учителите, обмена на знания между учителите и насърчаването на най-добрите практики.

Основните заплахи за по-широкото прилагане на APOGEE мини-игрите включват:

- липса на мотивация и капацитет на учителите за използване (липса на знания, време, воля, административна подкрепа за училищата);
- административни ограничения (например използване на мобилни телефони в клас);
- липса на интерес от страна на учениците към игрални образователни игри с пъзел;
- устойчивост на новите образователни практики;
- проблеми с ефективна персонализация и адаптация, ориентирана към играча.

В заключение, обучението, базирано на игри, може да се превърне в разпространена практика в училищата и университетите, ако им бъде предоставена проста и ефективна платформа за бързо разработване на образователни игри и лесното им приспособяване за употреба с разнообразно учебно съдържание. Инструментите за създаване на игри могат да предоставят възможност за интегриране на ново образователно съдържание, в случай че то е подходящо семантично структурирано и организирано. Същевременно, самите видео игри за обучение трябва да могат да притежават персонализирано учебно съдържание и адаптивна промяна на трудността в зависимост от модела на обучаемия играч.

ЛИТЕРАТУРА

Aitchison, J., Gilchrist, A., & Bawden, D., (1997). Thesaurus construction and use: a practical manual., Aslib, London.

Bontchev, B., & Gonçalves, R., (2010). Ontology-based content development in collaborative environments with semantic services, Proc. of IADIS Int. Conf. Collaborative Technologies, Freiburg, Germany, ISBN: 978-972-8939-21-2, pp. 183-188.

Bontchev, B., & Vassileva, D. (2011, July). Learning objects types dependability on styles of learning. In Proc. of 8th WSEAS International Conference on ENGINEERING EDUCATION (EDUCATION'11), ISBN978-1-61804-021-3, pp. 14-16.

Bontchev, B., & Vassileva, D., (2011). A light-weight semantic content model for mobile game based learning, Prof. of IADIS Mobile Learning Conf., Avila, Spain.

Bontchev, B., Vassileva, D., & Traicheva, V. (2011). Putting Edutainment in Practice: from Courseware Authoring to Logic Games, Proc. of 5th European Conf. on Games Based Learning, ISBN: 978-1-908272-19-5, Greece, 20-21 Oct., pp.57-66.

Bontchev, B., & Vassileva, D. (2012). Courseware Adaptation to Learning Styles and Knowledge Level. Chapter in "E-Learning-Engineering, On-Job Training and Interactive Teaching", IntechOpen.

Clontz, S. (2017) Puzzles, personal blog. Retrieved from <https://clontz.org/puzzles/>.

Christensen, G., Steinmetz, A., Alcorn, B., Bennett, A., Woods, D., & Emanuel, E. (2013). The MOOC phenomenon: who takes massive open online courses and why?. Available at SSRN 2350964.

Csikszentmihalyi, M., & Rathunde, K. (1993). The measurement of flow in everyday life: toward a theory of emergent motivation.

Dempsey, J., 1996. Instructional Applications of Computer Games., American Educational Research Association, New York, pp. 8–12.

Deterding, S. (2011, May). Situated motivational affordances of game elements: A conceptual model. In Gamification: Using game design elements in non-gaming contexts, a workshop at CHI.

Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. Journal of Educational Technology & Society, 18(3).

Dornan, T., Boshuizen, H., King, N., & Scherpbier, A. (2007). Experience-based learning: a model linking the processes and outcomes of medical students' workplace learning. *Medical education*, 41(1), pp.84-91.

Dreher, Heinz, Williams, Robert, & Guetl, C., (2005). E-Tester: A computer-based tool for auto-generated question and answer assessment, *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2005 (E-Learn 2005)*, Oct. 24, 2005, Vancouver, Canada: Association for the Advancement of Computing in Education, pp. 2929-2936.

Egenfeldt-Nielsen, S. (2011). Beyond edutainment: Exploring the educational potential of computer games. *Lulu.com*.

Falkner, N., Sooriamurthi, R., & Michalewicz, Z. (2009). Puzzle-based learning: The first experiences, *Proc. of 20th Annual Conference for the Australasian Association for Engineering Education*, 6-9 December 2009: Engineering the Curriculum (p. 138). Engineers Australia.

Falkner, N. Sooriamurthi, R., & Michalewicz, Z. (2012). Teaching Puzzle-based Learning: Development of Transferable Skills, *Teaching Math. and Comp. Science*, 10/2, pp. 245-268, Retrieved from <https://cs.adelaide.edu.au/~zbyszek/Papers/tmcs-2.pdf>.

Grund, C. K. (2015). How games and game elements facilitate learning and motivation: A literature review. *INFORMATIK 2015*.

Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., B. Collier, J. Asbell-Clarke, & T. Edwards, (2016). Challenging games to help students learn: An empirical study on engagement, flow, and immersion in game-based learning, *Computers in human behavior*, 54, pp. 170-179.

Hendler, J., (2001). Agents and the Semantic Web, in *IEEE Intelligent Systems*, 2 (16), pp. 30-37.

Hill, J., Ray, C. K., Blair, J. R., & C. A. Carver Jr. (2003). Puzzles and games: addressing different learning styles in teaching operating systems concepts", In *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 35, no. 1, pp. 182-186.

Hsiao, I-H., Sosnovsky, S., & Brusilovsky, P. (2009). Adaptive Navigation Support for Parameterized Questions in Object-Oriented Programming.

Jegers, K. (2007). Pervasive game flow: understanding player enjoyment in pervasive gaming. *Computers in Entertainment (CIE)*, 5(1), 9.

Kankanhalli, A., Taher, M., Cavusoglu, H., & Kim, S. H. (2012). Gamification: A new paradigm for online user engagement.

Kapp, K. M. (2012). The gamification of learning and instruction (p. 93). San Francisco: Wiley.

Karhulahti, V. (2013). Puzzle Is Not a Game! Basic Structures of Challenge, *Proc. of DiGRA Conference*, 2013.

Kendall, G., A. Parkes, & K. Spoerer, (2008). A Survey of NP-Complete Puzzles, *International Computer Games Association Journal*, 31(1), pp. 13–34.

Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), pp.13-24.

Kim, S. (2008). What is a puzzle, In *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*, pp. 35-39.

Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., & Mainemelis, C. (2001). Experiential learning theory: Previous research and new directions. *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles*, 1(8), 227-247.

Kolb, D. (1984). *The experiential learning: Experience as the source of learning and development*. NJ: Prentice-Hall.

Koops, M., & Hoevenaar, M. (2013). Conceptual change during a serious game: Using a Lemniscate model to compare strategies in a physics game. *Simulation & Gaming*, 44(4), pp. 544-561.

Law, B. (2016). Puzzle Games: A Metaphor for Computational Thinking”, *Proc. of European Conference on Games Based Learning* (pp. 344), Academic Conferences Int. Ltd.

Linehan, C., G. Bellord, B. Kirman, Z. H. Morford, & B. Roche, (2014). Learning curves: analyzing pace and challenge in four successful puzzle games, *Proc. of The first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play*, ACM, pp. 181-190.

Lepper, M. R., & Cordova, D. I. (1992). A desire to be taught: Instructional consequences of intrinsic motivation. *Motivation and Emotion*, 1992. 16: p p. 187-208.

Liao, L. F. (2006). A flow theory perspective on learner motivation and behavior in distance education. *Distance Education*, 27(1), pp. 45-62.

Linehan, C., G. Bellord, B. Kirman, Z. H. Morford, & B. Roche, (2014). Learning curves: analyzing pace and challenge in four successful puzzle games”, *Proc. of The first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play*, ACM, pp. 181-190.

Liu, D., Li, X., & Santhanam, R. (2013). Digital games and beyond: What happens when players compete?. *Mis Quarterly*, pp. 111-124.

Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting & task performance*. Prentice-Hall, Inc.

Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American psychologist*, 57(9), 705.

Logofatua, M., Dumitracheb, A., & Gheorghech, M. (2010, October). Game-based learning in education. Proceedings of the 4th Int. Conf. on Education Facing Contemporary World Issues.

Melero, J., J., Hern, D., & J. Blat, (2011). Towards the support of scaffolding in customizable puzzle-based learning games", Proc. of 2011 International Conference on Computational Science and Its Applications, IEEE, pp. 254-257.

Michael, D. R., Chen, S. L. (2005). Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform. Muska & Lipman/Premier-Trade

Michalewicz, Z., & Michalewicz, M. (2008). Puzzle-based learning. Hybrid Publishers.

Michalewicz, Z., Falkner, N., & Sooriamurthi, R. (2011). Puzzle-based learning: An introduction to critical thinking and problem-solving", Decision line, 42(5), pp. 6-9.

Monk, E., & Lycett, M., (2011). Using a Computer Business Simulation to Measure Effectiveness of Enterprise Resource Planning Education on Business Process Comprehension. Proceedings of the 32nd International Conference on Information Systems (ICIS), Shanghai, pp. 1-10.

Norris, C., & Soloway, E. (2009). Leadership + Mobile technologies = Educational benefits: Cell phones in K12 are inevitable, District Administration.

Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. Educational Psychologist, 50(4), pp.258-283.

Pratchett, R. (2005). Gamers in the UK: Digital play, digital lifestyles (BBC), London: BBC.

Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. Computers in Entertainment (CIE), 1(1), pp.21-21.

Retalis, S., (2008). Creating Adaptive e-Learning Board Games for School Settings Using the ELG Environment, J. of Universal Computer Science, vol. 14, no. 17 (2008), pp. 2897-2908.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. American psychologist, 55(1), 68.

Rollings, A., & E. Adams, (2006). Fundamentals of Game Design. Prentice Hall.

Sosnovsky, S., & Brusilovsky, P. (2015). Evaluation of topic-based adaptation and student modeling in QuizGuide. User Modeling and User-Adapted Interaction, 25(4), pp. 371-424.

Steinkuehler, C., & Squire, K. (2014). Videogames and learning. Cambridge handbook of the learning sciences, pp. 377-396.

Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. EDUCAUSE review, 41(2), 16.

Vassileva, D. (2011, June). Evaluation of learning styles adaption in the adopta e-learning platform. In Proceedings of the 12th International Conference on Computer Systems and Technologies, ACM, pp. 540-545.

Wiemker, M., Elumir, E., & Clare, A., (2015). Escape room games, Game-Based Learning, 55.

Wittgenstein, L. (2009). Philosophical investigations. John Wiley & Sons.

ЧАСТ II. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ В ОБЛАСТТА НА АДАПТИВНИТЕ ВИДЕОИГРИ, ОРИЕНТИРАНИ КЪМ ИГРАЧА

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години пазарът на видеоигри в световен мащаб нараства постоянно. Тази тенденция е типична за индустрията на развлекателните игри, която се запазва през годините, благодарение на наличието на технологична среда за създаване на забавни и приятни преживявания. Съвременните видеоигри и 3D визуални среди стават практически основен източник на развлечения, като предоставят качествени компютърни игри, осигуряващи висока степен на потапяне [Yannakakis et al, 2008], както и вълнуващи и предизвикателни потребителски преживявания [Ambinder, 2011; Fairclough&Gilleade, 2012]. Освен забавленията дигиталните игри предлагат друго голямо предимство, което други традиционни медии като музика, филми и книги не могат да осигурят - взаимодействие и комуникация между различни играчи. От друга страна, сериозните игри спомагат ефективно за изграждане на знания, решаване на проблеми и умения, креативност и концептуално мислене и се прилагат широко в образованието, здравеопазването, безопасността и управлението.

Един от основните проблеми във видеоигрите, ориентирани към играчи е механизмът за адаптирането на играча към контекста на играта. Тази адаптация се реализира динамично в съответствие с данните за поведението на играчите и по този начин притежава огромен потенциал за реализиране на видеоигри, осигуряващи по-високо ниво на забавление и удовлетворение.

Видеоигрите, ориентирани към играчи използват три типа механизми за динамично адаптиране по време на игра, а именно:

- настройка на явни, неявни или ориентирани към играча игрови задачи [Murphy et al, 2013] и управлението на тяхното появяване в игровия сценарий [Sweetser et al, 2013] – вместо да имаме линеен сценарий, следващ определена последователност от събития и задачи, които могат да се появят в съответствие с физиологичните отговори, измервани с биометрични устройства в реално време.
- адаптиране на трудността според емоционалното състояние на играча [Rani et al, 2005] или нивото на уменията му [Fairclough&Gilleade, 2012].
- настройка на аудиовизуалните атрибути като например светлината в стаята на играча [Grigore et al, 2008].

Динамичната адаптация във видеоигрите, ориентирани към играча, трябва да се базира на неговите реакции измерени по време на игра. В настоящият документ ще се спрем на три основни типа реакции на играчите, които служат като стълб за реализиране на адаптивността. Те са следните:

- 1) производителност на играча [Tremblay et al, 2010] - включва както знанията на играча, така и интелектуалните му способности (а именно аналитични и практически умения);
- 2) емоционалното състояние на играча [Tijds et al, 2008] - отнася се до личността на играча и мотивацията му, също така, зависи от средата на играча;

- 3) игрови (за сериозните игри и учебен) стил [Wong, 2009] – зависи от личността на играча и от стила на мислене – начина на взимане на решения и изпълнение на дадено решение.

Подходът базиран на горните три опорни точки и прилагащ когнитивните и емоционалните реакции на играчите заедно с тези базирани на игровия стил, наистина отговаря на трите дивизии в съвременната психология: когнитивна, афективна и когнитивна.

От времето на тяхното появяване, видеоигрите прилагат адаптивни техники според данните за производителността на играча. Те увеличават степента на трудност на играта в различните нива според показаните резултатите и уменията на играча по време на игра. Въпреки това, процесът на игра е предимно емоционален и следователно адаптирането на базата на постиженията не е достатъчно, за да се приспособят характеристиките на играта към целите, предпочитанията, емоциите и очакванията на всеки отделен играч. Rouse [Rouse, 2011] формулира главния проблем на компютърните игри по отношение на тяхната силно интерактивна природа като необходимост да се "дават на играчите правото да правят свой собствен избор относно решения, които влияят върху емоциите и могат да се почувстват веднага или по-късно в играта". Това прави адаптационни методи базирани на емоция и използвани в игрите, особено значими, тъй като се занимават с динамично балансиране на играта, за да се адаптират по подходящ начин специфичните игрални елементи и параметри. Емоционално базираната адаптация е способна да предизвика емоционални желания в играчите като вълнение или ангажираност [Ambinder, 2011] и в същото време да избягва други, нежелани състояния като скука или претоварване [Fairclough&Gilleade, 2012].

Има няколко подробни ревюта в областта на адаптивните игри, представящи съвременното състояние на приложенията за генериране на съдържание в зависимост от опита на потребителя [Yannakakis&Togelius, 2011], предизвикателствата при реализиране на адаптивност във видеоигрите и симулациите [Lopes&Bidarra, 2011], персонализираните игри като цяло [Bakkes, 2012], адаптивните сериозни игри за образование [Tan, 2012] и динамично регулиране на трудността в компютърните игри [Chang, 2013]. Други ревюта разглеждат игрите базирани на емоции, засягащи главно фундаменталните физиологични изчисления [Fairclough, 2009], психофизиологичните методи в играта [Kivikangas et al, 2010], методите за синтез на данни и адаптирането на системата чрез ANS отговори [Novak et al, 2012] и исторически поглед върху технологичния напредък в емоционалните игри [Christy&Kuncheva, 2014].

Настоящият документ предоставя преглед на адаптационните модели, механизми и практики, използвани в видеоигрите ориентирани към играча (с акцент върху игрите базирани на емоции), включително начините на тяхното прилагане, оценка и валидиране.

2. ВИДОВЕ ВИДЕОИГРИ

Съществуват различни подходи за подреждане и класифициране на съществуващите видове видеоигри. Голяма част от тези класификации са базирани по-скоро на видовете взаимодействия, които се предлагат в играта отколкото на визуалната реализация [Apperley, 2006]. Тези подходи се опитват да организират игрите в различно по размерност пространство.

Vosen [Vossen, 2004] предлага тримерно пространство за класифициране на игрите, дефинирано от конкурентоспособността, интерактивността и физическото местоположение. Авторът разграничава три възможни типа игри:

- Състезателни срещу несъстезателни игри
- Интерактивни срещу неинтерактивни игри
- Физически срещу нефизически игри

Apperley [Apperley, 2006] предлага друга пространствена класификация на видеоигрите, а именно:

- Платформи - хардуерни системи, използвани за игра; варират от персонални компютри, конзоли за игри като Microsoft Xbox, Nintendo Wii U или Sony PlayStation 2;
- Режим на играта, зависимост от броя на играчите - мултиплеър с много играчи или сингълплеър с един играч;
- Социалното обкръжение на играта - описва визуалния тип на видео играта; може да бъде научна фантастика, фантазия, ужас и т.н.

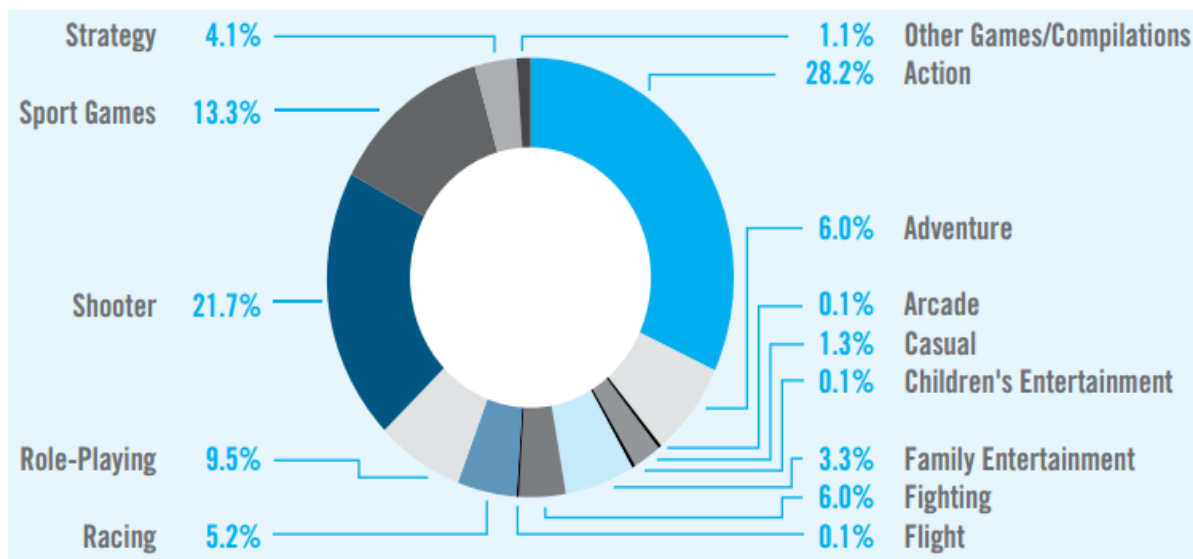
Към горния списък могат да се добавят и други категории, като например:

- Разпространение - платено или безплатно;
- Разпространение на безплатните видеоигри – игри, предоставящи своя код (игри с отворен код) или само изпълним файл;
- Модифициране - модифицирани игри с съдържание различно от оригиналното издание;
- Линеен срещу нелинеен игрови сценарий - докато линейният игрови сценарий осигурява фиксирана поредица от предизвикателства, заявени на играча, нелинейният игрови сценарий поставя предизвикателства, които могат да бъдат завършени в различни последователности;
- Прогресивен срещу възникващ игрови сценарий - някои игри (като The Sims) нямат предварително планирана история и по този начин предлагат възникващ игрови сценарий [Rollings&Adams, 2006].

Като цяло, днес съществуват два основни класа съвременни компютърни игри, които естествено са се формирали през десетилетията - развлекателни игри и сериозни игри.

2.1 Развлекателни видеоигри

Развлекателните видеоигри (или игри за забавление) са компютърни игри, създадени с основната цел да генерират забавление на своите играчи. Най-свежата представа за таксономията за развлекателни игри, която понастоящем се предлага на пазара за игри, е предоставена от Асоциацията за софтуерни развлечения (Entertainment Software Association (ESA)) в последния брой на "Essential Facts About the Computer and Video Game" [ESA, 2015]. На фигура 1 по-долу е даден изглед на разпространението на най-продаваните жанрове за видеоигрите по продадени за 2014 г.



Фиг. 1: Разпределение на най-популярните видеоигрови жанрове по продадени единици за 2014 г. [ESA, 2015]

Трябва да се отбележи, че фиг.1 не показва реална популярност на съществуващите видеоигри, тъй като отразява само относителните дялове от регистрираните продажби на игрите, но няма данни за безплатните игри, които се играят в мрежата. Независимо от това, съгласно даденото разпределение могат да се включат следните видове развлекателни видеоигри (подредени по популярност в намаляващ ред):

- Екшън игри - включва игри с интензивно действие, при които играчите трябва да преминават през различни видове препятствия за ограничен период от време. Предизвикателството може да се увеличи стъпаловидно в зависимост от прогреса на играча, изискващ все по-голяма точност, бързи рефлексии и други умения. Играта Pong (игра с топка и гребло) е първата екшън игра [Liu et al, 2009], разработена през 1972 г. за домашна конзола. Друга известна екшън игра е Pac-Man, имплементирана като аркадна игра през 1980 г. и многократно модифицирана от създаването ѝ [Tijss et al, 2008]. Платформени игри като Super Mario Bros на Nintendo и неговият клонинг Infinite Mario Bros [Yannakakis&Togelius, 2011] са най-популярните екшън игри, при която играчите пътуват между различни типове платформи (често генерирани динамично), като скачат от една на друга.
- Стрелеви игри - представляват различни видове бойни действия с пистолети, ракети, ножове и оръжия. DOOM е първата многослойна стрелева игра на пазара, а

Wolfenstein 3D е пуснат за DOS през 1992 г. В зависимост от гледната точка на камерата могат да се разграничат три вида стрелци:

- стрелци от първо лице (СПЛ) - за разлика от киното, перспективата от първо лице е много популярна в компютърните игри. При СПЛ гледната точка на играчът съвпада с тази на компютърният герой, който той контролира като в DOOM. Докато обичайните СПЛ позволяват едновременно играене на няколко десетки играчи, масовите мултиплейър онлайн стрелци от първо лице (ММОСПЛ) включват стотици играчи в битката (играта).
 - стрелци от трето лице – с камерата се наблюдава в цял план героят от разстояние в 3D пространството.
 - двумерни стрелеви игри – перспективата на камерата е над двумерното пространство.
- Спортни игри - базирани на симулация на традиционни спортове като футбол или тенис. Популярни примери за спортни игри са Madden⁶ и FIFA Soccer⁷.
 - Ролеви игри (РИ) - този жанр е особено важен за игралната индустрия, благодарение на своята привлекателност, която се обяснява с характерните му преобразувания, през които героят преминава по време на игра [Apperley, 2006]. Характерът се развива като герой от фентъзи свят (като този на Dungeons & Dragons) със строго определени параметри.
 - Бойни игри - жанрът включва стотици игри, чиито игрови сценарий представя битка от тип борба „играч срещу играч“, която обикновено е между два героя единия от които може да бъде софтуерен агент, контролиран от компютъра. Heavyweight Boxing and Greatest Heavyweights⁸ (от Sega) бяха сред първите бойни игри, появили се на пазара, съответно през 1976 и 1994 г., с голям успех.
 - Приключенски игри – това са едни от първите компютърни игри през 70-те години на миналия век. Такива игри осигуряват игрови сценарий, включващ различни приключения, при които играча трябва да реши някои пъзели, за да продължи с историята. Въпреки че приключенските игри привличат хора, които обикновено не играят игри, популярността им се намалява след големия успех на Myst⁹.
 - Състезателни игри - включват състезания предимно с автомобили¹⁰, но също и с ракети, мотоциклети, велосипеди и коне.
 - Стратегически игри - представя игрови сценарий, при който играча трябва да следва избрана от него стратегия, чиято еволюция "идва от комбинация от познаване на различните налични възможности и умение да ги оценим правилно в контекста на играта" [Apperley, 2006]. Жанрът включва игри в реално време (ИРВ) и игри с т.нар. „походова стратегия“ (ИПС). Стратегическите игри като Civilization¹¹ на Сид Майер са известни още като 4X игри (от eXplore, eXpand, eXploit и eXterminate).
 - Семейни развлекателни игри - различни игри, които се играят у дома от цялото семейство.

6 <https://www.youtube.com/watch?v=nUiBJy150rg>

7 <https://www.youtube.com/watch?v=siVeBCaYeko>

8 <https://www.youtube.com/watch?v=aj4ofGlcDYQ>

9 <https://www.youtube.com/watch?v=buM-y61Rklo>

10 <http://www.gametop.com/category/car-racing.html>

- Други видове игри (с дял от 2%) – игри от ежедневието, симулатори на самолети, игри за маса и др.

2.2 Сериозни игри

Жанровете игри разгледани по-горе засягат само тези игри, създадени от развлекателната индустрия, с цел забавление. За разлика от тях, сериозните игри (СИ) са проектирани със специално предназначение, различно от чисто забавление. Съществуват много дефиниции на СИ, но може би най-обобщаващи и подходящи са следните две:

- СИ представят "състезание, което се играе с компютър в съответствие с конкретни правила, използва се за развлечения и с цел корпоративно обучение, образование, здравеопазване, обществена политика, стратегически цели за комуникация и др." [Zyda, 2005]
- SG се отнасят до широка гама от видеоигри „произведени, предлагани на пазара или използвани за цели, различни от чисто забавление; те включват, но не се ограничават до образователни компютърни игри, рекламни игри, медицински симулационни игри и политически игри" [Egenfeldt-Nielsen et al, 2008]. Авторите също така подчертават, че теоретично всяка видеоигра може да се разглежда като СИ в зависимост от възприятието на играчите за игрово преживяване.

Предложени са няколко таксономии на СИ, но най-подробна изглежда тази на Сойер и Смит [Sawyer&Smith, 2008]. Таблица 1 представя тяхната таксономия, която използва две измерения:

- съдържанието на СИ - включва игрово съдържание на тема здраве, рекламни игри (игри използвани за маркетинг), игрови сценарии за фирмено обучение и за образование, игри на тема наука и др.;
- сектор на СИ: правителствени и неправителствени организации, отбрана, здравеопазване, маркетинг и комуникации, образование, корпоративна, индустрия и др.

Въпреки че таксономията на Сойер и Смит изглежда обширна и изчерпателна, в нея липсват политически игри като *Darfur is Dying* [Egenfeldt-Nielsen et al, 2008], които са предназначени да провокират промени в гледната точка на играча или игри за културно наследство като тази в [Anderson et al, 2009], включваща културно съдържание, разкази и задачи и виртуална и добавена реалност.

Много от категориите, представени в таблица 1, могат да бъдат разделени на подкатегории. Например, Egenfeldt-Nielsen et al. [Egenfeldt-Nielsen et al, 2008] очертават три подкатегории на сериозни образователни игри:

- игри за забавление и учене - игри като PowerUp¹²
- игри за образование, използващи известни търговски заглавия - като The Sims¹³
- изследователски образователни игри - специални образователни програми като Global Conflicts: Palestine¹⁴

¹² <http://www.powerupthegame.org/>

¹³ <https://www.youtube.com/user/TheSims>

¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=0bxmX0YeYUY>

Таблица 1: Таксономия на сериозните игри [Sawyer&Smith, 2008]

	Games for Health	Advergames	Games for Training	Games for Education	Games for Science and Research	Production	Games as Work
Government & NGO	Public Health Education & Mass Casualty Response	Political Games	Employee Training	Inform Public	Data collection / Planning	Strategic & Policy Planning	Public Diplomacy Opinion Research
Defense	Rehabilitation & Wellness	Recruitment & Propaganda	Soldier/Support Training	School/House Education	Wargames/ planning	War planning & weapons research	Command & Control
Healthcare	Cybertherapy / Exergaming	Public Health Policy & Social Awareness Campaigns	Training Games for Health Professionals	Games for Patient Education and Disease Management	Vizualization & Epidemiology	Biotech manufacturing / design	Public Health Response Planning & Logistics
Marketing & Communication	Advertising Treatment	Advertising marketing with games, product placement	Product Use	Product Information	Opinion Research	Machinima	Opinion Research
Education	Inform about diseases/risks	Social Issue Games	Train teachers / Train workforce skills	Learning	Computer Science & Recruitment	P2P Learning Constructivism Documentary?	Teaching Distance Learning
Corporate	Employee Health Information & Wellness	Customer Education & Awareness	Employee Training	Continuing Education & Certification	Advertising / visualization	Strategic Planning	Command / Control
Industry	Occupational Safety	Sales / Recruitment	Employee Training	Workforce Education	Process Optimization Simulation	Nano / Biotech Design	Command / Control

2.3 Разлика между сериозните игри и развлекателните игри

Развлекателните игри и СИ имат съществени различия. Susi et al [Susi et al, 2007] обобщават тези различия по отношение на четири критерия: задача в контраст с богат опит, фокус, симулации и комуникация (Таблица 2).

Сериозните игри спечелиха голяма популярност в началото на нашия век и доказаха своята ефективност в редица случаи [Susi et al, 2007, Anderson et al, 2009]. Въпреки това, първоначалният ентузиазъм намалня през последните осем години, поради някои завишени очаквания и ограничения на сериозните игри. Първо, СИ има някои педагогически ограничения. Както неотдавна Brisson et al. [Brisson et al, 2012] отбелязаха, СИ трябва да отговори на два общи проблема:

- (1) до каква степен СИ поддържат и насърчават ефективността и ефикасността на обучението, и

- (2) как да се подпомогне педагогически дизайн на СИ чрез обвързване на съдържанието (знание плюс механика на играта) и контекст на играча към

На второ място, СИ страдат от значително по-ниска производителност и аудио-визуално качество в сравнение с развлекателните игри и като следствие от това по-малко забавление по време на игра. И не на последно място - СИ имат много по-висока цена и изискват повече време и ресурси за разработка.

Таблица 2. Разлики между развлекателните игри и СИ [Susi et al, 2007].

Критерий\Игра	Сериозни игри	Развлекателни игри
Задача срещу богат опит	Фокус в разрешаването на проблеми	Предпочитание към богат опит
Фокус	Важни елементи от обучението	Да има забавление
Симулации	Предпоставки, необходими за реализирането на симулации	Опростени симулационни процеси
Комуникация	Трябва да отразява естествената (несвършена) комуникация	Комуникацията често е свършена

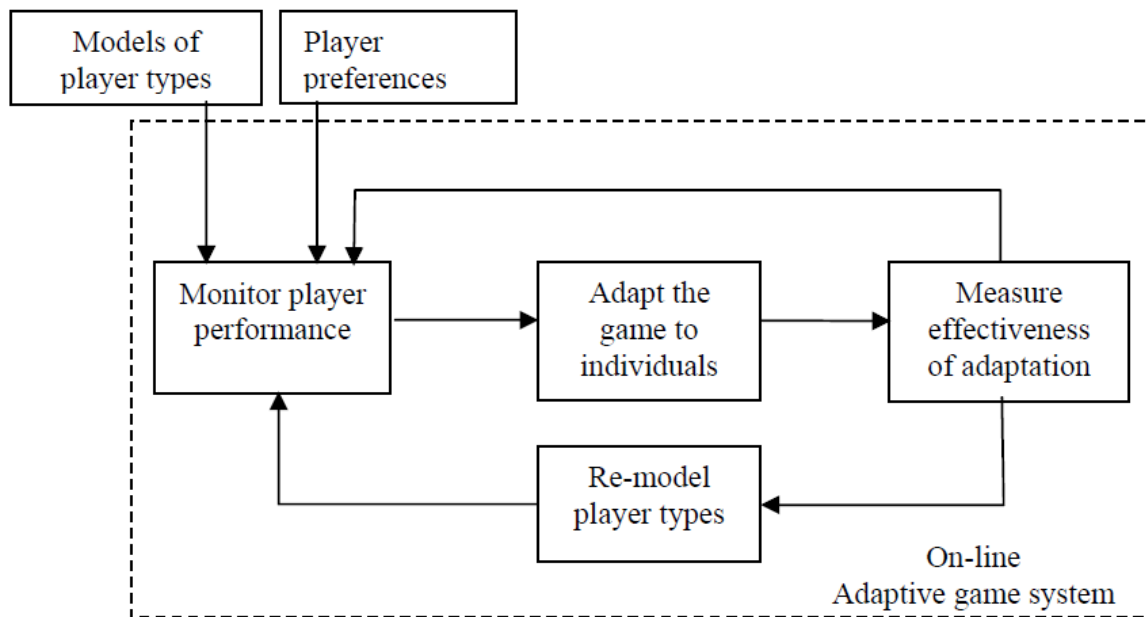
Методическите изследователски въпроси и очаквания към сериозните игри са добре формулирани от Mayer et al. [Mayer et al, 2014], както следва:

- (1) изисквания и принципи за разработване на цялостна социална методология за оценка на СИ;
- (2) разширяване на приноса на СИ към технологичното обучение
- (3) основните фактори, допринасящи за ефективното обучение, базирано на игри
- (4) ниво и условия за трансфериране на знания чрез игри към практиката

3. АДАПТИВНОСТ ВЪВ ВИДЕОИГРИТЕ, ОРИЕНТИРАНИ КЪМ ИГРАЧИ

С цел да се подобри опитът на играчите и възможност за възпроизвеждане на видеоигрите като цяло [Sánchez et al, 2012], дизайнерите на игри трябва да моделират и анализират всеки отделен играч. Това ще им е необходимо, за да могат да адаптират играта според личните му очаквания и нужди. На практика игрите могат да бъдат адаптирани чрез промени в героя на играча, чрез промени в останалите герои, които не са играчи в играта или чрез промени в игровата среда (т.е. състоянието на играта). Адаптирането към контекста на играча, в зависимост от това, доколкото той е пряко зависимо от поведението на играчите, е обещаващо и предизвикателно, и следователно се отнася до високо ниво на забавление, скука или безпокойство, получени по време на процеса на игра. Универсалната адаптация обаче не е осъществима, защото не е възможно да се имплементира такава за всеки възможен стил на игра и динамика [Ravaja et al, 2005]. Независимо от това, механизмите за адаптиране, приложени в игри ориентирани към играчи, могат успешно да решат въпроса за създаването едновременно на приятна и полезна игра.

Адаптивните игри, ориентирани към играчи имат съществени предимства в сравнение със статичните, не адаптивни такива, в зависимост от това доколкото една подходяща адаптивна игра успява да съчетае основните характеристики на играча - както когнитивни, така и емоционални. Тези функции трябва да бъдат организирани в рамките на детайлен модел на поведение на играчите. Моделирането ориентирано към играча изследва и измерва човешкото поведение и позволява на изследователи и дизайнери на видеоигри да адаптират игралната механика според важните характеристики на героя на играча. Charles et al [Gilleade et al, 2005] предлага потенциална рамка за имплементиране на адаптивна игра (фигура 2). Той използва като вход модел на типа играч и неговите игрови предпочитания - и двете са използвани за наблюдение на производителността на играча. Според резултатите от това наблюдение се адаптират специфични характеристики на играта според индивидуалния играч, а след това се измерва ефективността на адаптацията, което води до възможно ре-моделиране на типа на играча.



Фиг. 2: Потенциална рамка за адаптивна игрова система [Ravaja et al, 2005]

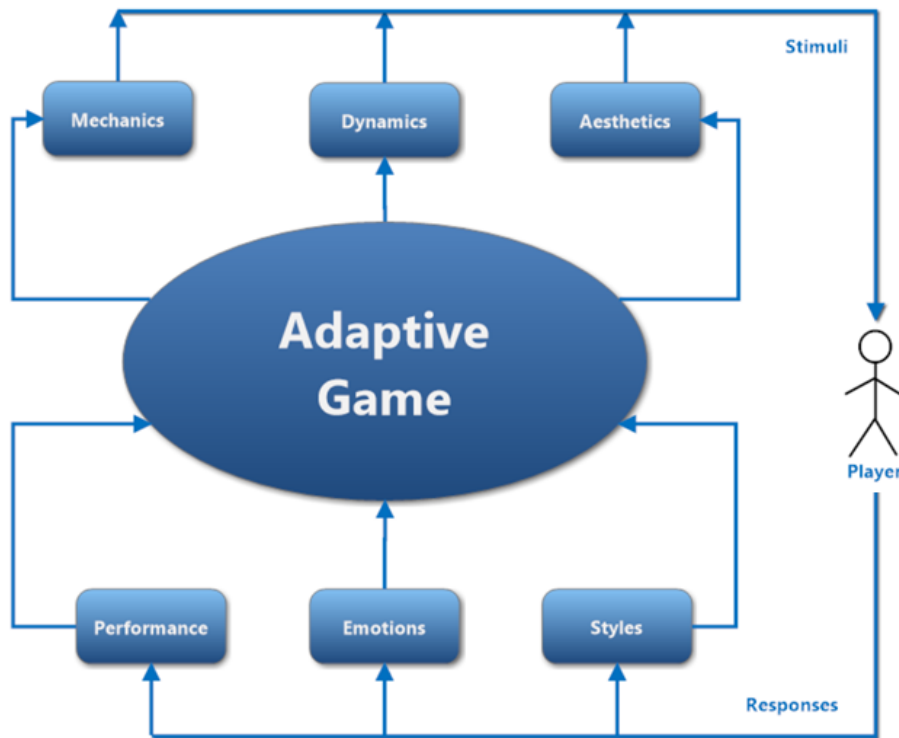
За да се постигне висока ефективност на процеса на адаптация на играта, моделът на играча не трябва да бъде статичен. Той трябва да обхване динамичното поведение на играча в неговата сложност. За да бъде максимално ефективен, той трябва да се отнасят до контекста на играча като цяло, включително психо-когнитивните способности и уменията на играча по отношение на творчеството и иновациите. Контекстът на играчите е силно свързан с шест различни и взаимосвързани ресурси, дефинирани от инвестиционната теория на творчеството [Sternberg, 2012], а именно:

- интелектуални способности - синтетични, аналитични и практически умения,
- знания,
- начин на мислене – има 13 стила разпределени в 5 категории: функции, форми, равнища, сфери, склонности. Напр. към категорията функции принадлежат стиловете на мислене: законодателен, изпълнителски и правораздавателен,
- индивидуален характер,
- мотивация и
- околна среда.

Съществуват три основни типа функции на играча, които съответстват на споменатите по-горе шест източника от инвестиционната теория на творчеството, които са:

- (1) производителност на играча [Tremblay et al, 2010] – включва знания и интелектуални способности на играча - синтетични, аналитични и практически умения;
- (2) емоционално състояние на играча [Tijds et al, 2008] – съвпада с личността и мотивацията на играча, и зависи и от средата на играча;
- (3) игрови стил [Wong, 2009] – зависи от личността на играча и от стила на мислене.

Производителността на играча, емоционалното състояние на играча и игровият стил формират трите централни стълба за реализиране на ефективна адаптивност. Те се използват като реакции на играча за реализиране на процеса на адаптация на играта, което води до възможни корекции в характеристиките на механика на играта, динамиката и естетиката, както е показано на фиг. 3. Коригираните характеристики осигуряват стимули за по-нататъшни промени в състоянието на играча, които от своя страна се изразяват като нови реакции. По този начин адаптивната обратна връзка използва когнитивни, емоционални и стилкови реакции на играча, които съответстват на трите основни категории в съвременната психология: когнитивни, афективни и контативни.



Фиг. 3: Принципен адаптационен модел използван в ADAPTIMES

3.1 Адаптивност, базирана на производителността

Адаптивността, базирана на производителността, се използва както в развлекателните, така и в сериозните игри. Производителността на играча [Tremblay et al, 2010] представя знанията и интелектуалните му способности - синтетични, аналитични и практически умения и може да се използва заедно с неговите предпочитанията. Както Brisson et al. [Brisson et al, 2012] обобщават една игра, "трябва да се приспособява към нивата на компетентност на играчите", при което "потребителите вероятно ще покажат широк спектър от познавателни и моторни умения, засягащи както техните предпочитания, така и изпълненията им по време на игра". Също така, те подчертават необходимостта от посрещане на съществуващите ограничения в реално време, когато се използва адаптивност базирана на производителност.

За измерване на капацитета и ефективността на личното творческо мислене и познание са предложени различни теории, методи и инструменти [Craft, 2001] като:

- (1) психометрични тестове (например, обхващащи конвергентни и / или различни задачи по мислене);
- (2) методи на психодинамика, свързани с взаимоотношенията между личността, възприятието и творчеството;
- (3) домейн-базирани теории за интелигентност и креативност.

Тези характеристики на героите на играчите обикновено се извличат от експлицитна обратна връзка на играчите, получена от викторини или статична преценка, но интересния въпрос тук е как да бъдат извлечени по косвен и динамичен начин, в зависимост от поведението на играча.

Друг важен въпрос свързан с контекста на играча е представянето на индивидуалния играч. Абсолютната производителност (в сравнение с ефективността на другите играчи) и относителната такава (показваща напредъка на играча), показана в играта, може да се използва за динамично адаптиране на трудността.

Squire [Squire, 2006] твърди, че "основната характеристика на игрите е, че те са организирани около практически дейности". Той обсъжда както ученето, така и знанието като изпълнение в контекста на видеоигрите. Това е валидно за развлекателни видеоигри като Grand Theft Auto и Civilization, които притежават обещаващ потенциал, когато са използвани в технологично подпомогнатото обучение, подобро по технологиите, благодарение на техните интерактивни разкази, съвместно решаване на проблеми и способността да превръщат играчите в продуценти. От друга страна, в сериозните игри за образование и обучение, обучението оказва голямо влияние върху производителността на играча, тъй като учебното и игралното изпълнение са взаимосвързани чрез учебното съдържание. Squire разграничава ученето в екзогенните игри (където съдържанието на играта не е свързано с правилата за игра) и ендогенните игри (където правилата на играта са силно взаимосвързани със съдържанието, което насърчава системното мислене). По този начин познанието в екзогенните игри е представено от дискретни факти, докато в ендогенните игри е "инструмент, използван за решаване на проблеми" [Squire, 2006].

Повечето подходи, моделиращи адаптивността базирана на производителността, се опитват да представят знанията и интелектуалните способности (синтетични, аналитични и практически умения) чрез игрални променливи (т.нар. in-game variables) [Ravaja et al, 2005]. Адаптивните игри, базирани на такива модели, постоянно обновяват модела на играча за всеки отделен играч, като наблюдават и записват стойностите на тези променливи в последователност от време. Въпреки това, при по-сложни случаи механизмът за адаптация може да се нуждае от повече информация от обикновени статистически данни за поведението на играча, за да вземе решение за ефективна промяна на адаптацията. Например, някои стойности могат да се появят в конфликт и след това ще е необходим по-сложен модел. За по-добро разбиране на поведението на играчите, Charles et al [Charles et al, 2005] предлагат да се използва факториален модел на играча, където се използват различни клъстери за състоянието на играчите (профилни фактори). Моделът определя фактора на играча като степен, до която играч принадлежи на всеки клъстер чрез реални номера в диапазона от 0 до 1. Всеки номер уникално идентифицира игрова характеристика на играча в даден момент. Численият потребителски профил на играча се представя от вектор с факторни номера, идентифициращи независими черти на поведението на играча. Картографирането на профила на играча към адаптивните решения може да бъде статично или определено в реално време чрез методите за машинно обучение.

Производителността на играча се използва основно за динамично регулиране на трудността. Например Tremblay et al. [Tremblay et al, 2010] комбинират динамично

адаптиране на трудността, производителността на играча и адаптивен поток в адаптивна игра, наречена Combat Number to Number.

3.2 Адаптивност, базирана на емоции

Адаптивността базирана на емоции е най-значимата основа за адаптация в игрите (такива игри са наричани още афективни), защото игровият процес е по-скоро емоционален, отколкото рационален. Gilleade et al. определят афективните игри като специфична форма на игра "където емоционалното състояние на играча се използва за манипулиране на игровия сценарий" [Gilleade et al, 2005]. Афективните триизмерни визуални пространства и видеоигри, базирани върху играчите, разчитат на специфичния дизайн на средата, за да се повлияе на психическото състояние на потребителя и да се коригират някои системни характеристики според индуцирания ефект. Те привличат потребителите, като ги възнаграждават по различни начини за преминаване към желаните психофизиологични състояния и по този начин създават по-динамичен и непредсказуем геймплей и генерират персонализирани игрови преживявания и специфичен игрови опит [Sweetser&Wyeth, 2005].

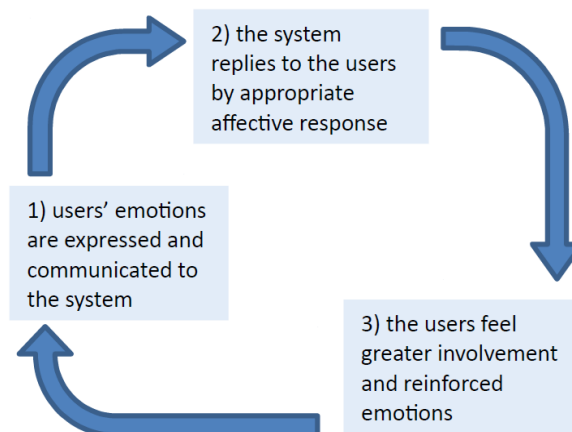
Съвременните изчислителни системи за афективна обратна връзка насочват вниманието към прилагането на информация за влиянието върху играча, което указват задачите, автоматично адаптирани към динамичното променящото се ниво на трудност на играта [Liu et al, 2009], и адаптирането на аудиовизуалните ефекти [Dekker&Champion, 2007]. Сред разнообразието от афективни системи за обратна връзка, афективните 3D визуални пространства и видеоигрите придобиват все по-голяма популярност в световен мащаб, като привличат играчите, чрез емоционално интензивни взаимодействия [Hudlicka, 2008]. Дизайнът на афективната обратна връзка бе използван както в развлекателните видеоигри, така и в сериозните игри, специално проектирани за сферите на образованието, обучението и рехабилитацията [Giggins et al, 2013; Paraskevopoulos et al, 2014].

Афективните видеоигри измерват физиологичните сигнали и ги използват за разпознаване на емоционалното състояние на играча, за да създадат по-зрелищни и вълнуващи форми на игра [Kivikangas et al, 2010]. Много от изследователите отчитат, че игрите, базирани на емоции, подобряват ангажираността, потапянето, възбудата и предизвикателствата на играчите, като динамично адаптират определени характеристики на играта според текущо отчетените емоции или директно към измерените физиологични сигнали [Höök, 2008]. Yannakakis и Tigelius [Yannakakis&Togelius, 2011] определят три основни системни изисквания за успешно внедряване на афективния цикъл в адаптивните игри:

- адаптивната към емоции игра трябва да бъде проектирана съобразно шаблоните на емоционални реакции на всеки отделен играч;
- процесът на адаптация на играта трябва да протича бързо в течение на времето и може да не се разкрива на играча;
- афективните взаимодействия с играча, трябва да съответстват напълно на: (1) контекста на играта, (2) адаптируемите характеристики на играта и (3) индивидуалния субективен вход, показан от играча – това са обективни данни, получени, чрез алтернативни методи (психофизиологични мерки).

Методите за биологическа обратна връзка позволяват на хората да получават информация в реално време за функционирането на централната и / или нервната система и периферните нервни системи [Durand&Barlow, 2009] и по този начин да знаят как да контролират някои, обикновено неволни, физиологични процеси като дишане, мускулно

напрежение, сърдечен ритъм и температура на кожата, съзнателно или подсъзнателно. Както биомеханичната, така и физиологичната биефективност са придобили популярност и са доказани ефективни медицински техники за саморегулиране и подобряване на физическото, психическо, емоционално и духовно здраве, чрез използване на биологична обратна връзка [Frank et al, 2010]. През последното десетилетие биефективните терапии бяха успешно използвани за физическа рехабилитация и обучение, в комбинация с виртуална реалност, за реализиране на по-реалистични впечатления на пациента [Giggins et al, 2013] и за потапяне в сериозни игри [Giggins et al, 2013]. Проведен е експеримент с персонализирана видеоигра с цел рехабилитация на пациенти с болест на Паркинсон [Paraskevopoulos et al, 2014], която предоставя обратна връзка в реално време и автоматизирана калибрация на системата, съответстваща на обхвата на движение на играча с тази на виртуалния играч. В [Chittaro&Sioni, 2014] е предложена видеоигра, адаптираща поведението на 3D виртуален герой на базата на установеното ниво на стреса на пациента, с цел обучение за релаксация. В рамките на проекта KINOPTIM е създадена и успешно тествана теле-рехабилитационна игрална платформа за предотвратяване на падането на възрастните хора [Barelle et al, 2014].



Фиг. 4: Афективен цикъл, базиран на обратната връзка.

Традиционният биофидбек определя стандартен цикъл за био-обратна обработка, при който потребителите се научават да контролират своето физиологично състояние въз основа на обратна информация от био-сензори, представени на дадено устройство или дадена медиа. От друга страна, както твърдят авторите на Bersak et al. в [Bersak et al, 2001], компютрите трябва да имат "способността да разпознават, реагират и да влияят на нашето физиологично състояние по смислен начин". Авторите са създали състезателна игра, наречена "Relax-to-Win", и използвайки галваничните реакции на играча, измерващи на текущото му ниво на релаксация, контролират скоростта на дракон в рамките на игровия сценарий според това ниво на релаксация. Поради това те демонстрират така наречената афективна обратна връзка, в която компютърът (но не и потребителят) научава как средата влияе върху психо-физиологичното състояние на потребителя и коригира поведението си в съответствие с тези промени. Фигура 4 дава обща представа на афективната обратна връзка (най-често наричана афективна линия), използвана като парадигма в ядрото на афективните системи и софтуерни приложения. Съгласно определението си в [Höök, 2008] цикълът съдържа три основни етапа:

1. потребителите първо изразяват емоциите си, чрез тялото и ги съобщават на системата чрез физически взаимодействия под формата на жестове или психофизиологични артефакти;

2. афективната система отговаря на въздействието на потребителя чрез генериране на подходящи афективни изрази като аудио-визуални ефекти;
3. реакцията на системата провокира у потребителите допълнителни емоционални изрази, които се предават през цикъла.

Както е показано на фиг. 4, афективната система постепенно включва своите потребители в двупосочен емоционално базиран процес. Тя променя емоционалното състояние на играча съгласно неговите афективни реакции на генерираните в реално време игрални стимули. Потребителите започват да се чувстват все повече и повече своето участие в процеса, докато техните емоции са подсилени. Афективният цикъл не представя как системата влияе върху емоционалното състояние на потребителите, но за да реагира адекватно на техните реакции, системите трябва или да класифицират или да анализират физиологичните показатели, получени от потребителите [Novak et al, 2012].

3.2.1 Моделиране на човешките емоции

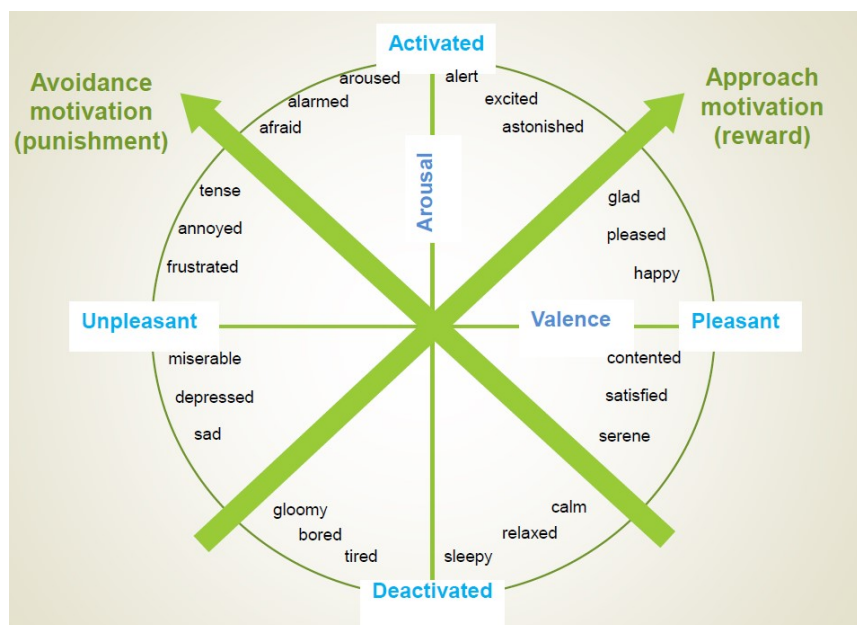
Емоциите обикновено се разбират лесно от хората, но тяхното автоматично разпознаване и измерване продължава да бъде сложен проблем. Човешките емоции се анализират главно, чрез п-мерни и дискретни перспективи [Mauss&Robinson, 2009]. Най-популярните категории емоции, използвани в системите за разпознаване на изрази, са основните шест емоции: "щастие", "тъга", "страх", "гняв", "отвращение" и "изненада" [Ekman et al, 1969]. Тази група от шест емоции се смята за вродена и определена както от психологически, така и от биологичен смисъл. В някои проучвания [Murugappan et al, 2010; Hupont et al, 2013; Tan et al, 2014] към тази група се добавя и "неутрален" израз. В по-късната си работа Екман [Ekman, 1999] я разширява, като добавя много повече емоции като "забавление", "презрение", "задоволство", "неудобство", "възбуда", "вина", "гордост за постижение", "облекчение", "удовлетворение", "сетивно удоволствие" и "срам". За разлика от основните емоции, сложните емоции, като гордост, срам и вина, имат много сложни поведенчески прояви, които по същество променят начина на тяхното измерване [Hudlicka, 2008]. Емоционалните реакции силно зависят от текущите лични настроения - по-малко специфични и по-малко интензивни от емоциите, но по-дълготрайни и несъзнателно свързани с определена цел [Kaplan et al, 2013]. Емоциите се определят от лично афективно състояние и афективни личностни черти - сравнително постоянни афективни тенденции са петте основни личностни черти: невротизъм-стабилност, екстровертност-интровертност, откритост-консерватизъм, сътрудничество-конкуренция и добросъвестност-импулсивност [McCrae&Costa, 1987].

Дискретната перспектива за изучаване на емоциите е много проста и интуитивна; тя обаче описва емоциите без никакви взаимовръзки. По този начин се предполага, че те трябва да бъдат открити и изучавани самостоятелно, което затруднява разпознаването на афективни състояния, различни от основните. За разлика от дискретната перспектива, п-мерните модели организират емоционалните състояния в пространство с две или три основни измерения. Моделът за афект на Russell's circumplex (1980) дефинира едно двумерно ядро в емоционалното пространство, където емоционалната валентност (x-axis) е биполарно субективно оценяване на емоционалното чувство, а възбудата (y-axis) представлява биполарна степен на умствено активиране или бдителност. По този начин валентното измерение (понякога наричано приятност) се сблъсква с емоционалните отговори на удоволствието (като "доволен") и с неприятни реакции (като "тъжно"), а измерението на възбуда (понякога наричано "активиране") се сблъсква с емоции с висока активност на възбуда (като "напрегнат") и с други с деактивиране на възбуда (като

"отегчен"). Освен валентност и възбуда, се използват като поведенчески функции т.нар. мотивация за достъп до стимули и мотивация за избягване на стимули, които представят тенденции съответно за достъп до стимули или за избягване на стимули и, следователно, насочващо поведение към "придобиване на награда" или към обратното [Mendl et al, 2010]. Тези поведенчески функции са изобразени на 45 градуса спрямо осите на валентност и възбуда и представляват "придобиване на награда" (като мотивация за достигане до стимули) и "избягване на наказанието" (като мотивация за избягване на стимули), както е показано на фиг. 5. Както избягването на наказанието, така и придобиването на награда отразяват поведението на засегнатото лице и са полезни от гледна точка на вземащите решения [Trimmer et al, 2013].

Освен 2-мерни емоционални пространства подобни на модела на Russell's circumplex, други n-мерни модели концептуализират емоциите в 3-мерни пространства. Mehrabian и Russell [Mehrabian&Russell, 1974] предлагат 3-мерна скала на емоционалното състояние от почти независими биполярни оси, позната като PAD и включваща:

- Радост - показва емоционална валентност, т.е. степента на чувство за щастие или не;
- Възбуда - измерва нивото на емоционално стимулиране, причинено от околната среда; и
- Доминантност - отнася се до степента на личното усещане за контрол над определена ситуация.

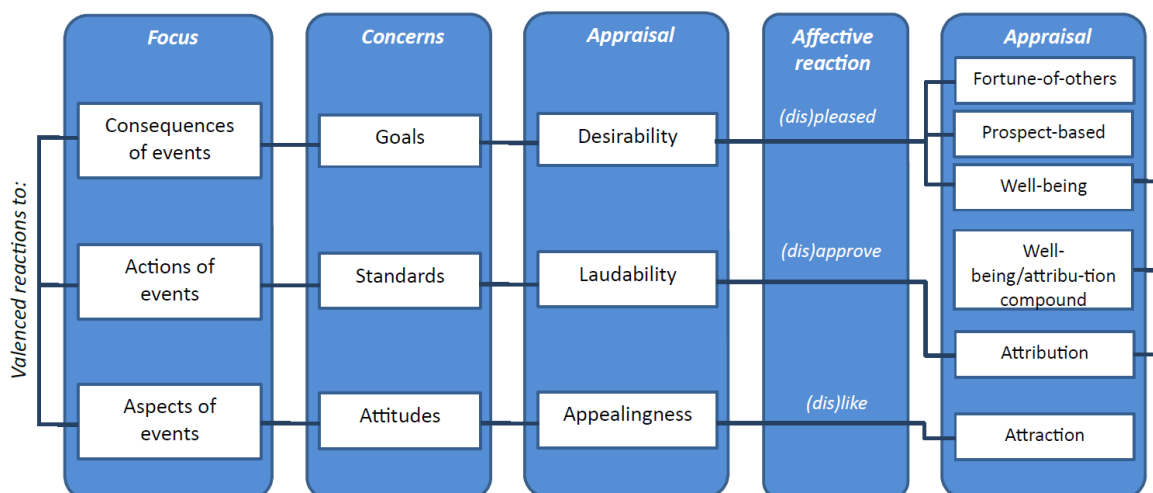


Фиг. 5: Основно емоционално пространство с представяне на мотивация за достъп до стимули или за избягване на стимули

Като цяло, n-мерните модели ефективно представят не дискретни емоционални състояния и вариации им с течение на времето [Gunes et al, 1999], предполагайки, че дискретните емоции нямат специфична биологична основа, т.е. липсва мозъчна област, уникално ангажирана с извличане на дадена емоция. От друга страна, комбинацията от n-

мерните и дискретни модели за организиране на емоциите е осъществима чрез представяне на дискретните емоции като комбинация от няколко измерения [Mauss&Robinson, 2009]. Както е показано на фиг. 5, "радост" може да се опише чрез позитивна валентност, висока възбуда и мотивация за придобиване на стимули, докато "разочарован" може да се характеризира с негативна валентност, ниска възбуда и мотивация за избягване стимули.

За разлика от n-мерните и дискретни модели на изучаване на емоциите, структурните теории са фокусирани върху структурните взаимоотношения между емоциите и техните поведенчески аспекти и по този начин служат като база за полезни изчислителни модели. Ортони, Клоър и Колинс [Ortony et al, 1988] предлагат модел наречен OCC, представящ 22 емоционални преживявания групирани в следните категории: "Fortune of others", "Prospect-Based", "Well-being", "Attribution", "Well-being / attribution compound" и "Attraction". Те са разграничени от психологически значимите ситуации, които те представят и дадена емоция зависи от събитията, действията и обектите, които я предизвикват. Така, при този модел се разграничават емоциите, включващи фокус върху събития от онези, фокусирани върху действия и онези, които се фокусират върху обекти. Както е показано на фигура 6, тези емоции, съответно, се отнасят към субективни чувства относно целите (емоциите свързани със събития), стандартите (емоциите свързани с действия) и отношенията (емоциите свързани с чувства). След това субективните чувства се подлагат на процес на оценяване на предимствата и недостатъците което води до положителна или отрицателна емоционална реакция. Подобно на n-мерните модели, моделът на OCC разглежда емоциите, които произлизат от валентните реакции към стимули, ситуации или действия и зависят от нивото на възбуда, но, допълнително, използва причинно-следствени връзки, уместност на събитието, оценка, предизвикване на условия, за да се разграничат емоционалните преживявания [Ahmadpour, 2014]. Размерите на оценката на OCC служат като основа в модела на процеса Scherer [Scherer, 2001], където емоциите се разглеждат като резултат от обработката на фиксирана последователност от оценката на стимулите. Оценките се организират в четири групи: (1) откриване на целесъобразност; (2) оценка на изпълнението; (3) потенциал за личен контрол на ситуацията; и (4) оценка на значимост.



Фиг. 6: Опростена визуализация на OCC модела [Ahmadpour, 2014]

3.2.2 Поток, потапяне и мотивация

Подобно на други продукти, адресирани до по-широка аудитория, съвременните видеоигри имат за цел да създадат приложения, ангажиращи и завладяващи потребителите, както и такива предизвикващи положителни и приятни чувства. Опитвайки се да обясни произхода на човешкото щастие и творчество, Mihaly Csikszentmihalyi разработва фундаменталната концепция за потока, в рамките на широко и продължително междурасово проучване в много страни по света [Csikszentmihalyi, 1990]. Той дефинира потока като процес на оптимален човешки опит, където "хората са толкова заети в една дейност, че нищо друго не изглежда да има значение", като например при практикуване на любимо хоби, тренировъчен спорт или танци. В интервютата си с хиляди хора, посветени на практикуването на различни дейности, без да са необходими външни стимули, като напр. парична печалба или придобиване на слава, Csikszentmihalyi открива осем основни компонента на потока:

- ясно определени цели;
- баланс между нивото на уменията (изискваните умения) и нивото на предизвикателството;
- директна и незабавна обратна връзка;
- висока степен на концентрация върху изпълняваната задача;
- загуба на представа за събитията от заобикалящата среда, като напр. притеснението изчезва без усилие;
- загуба на представа за времето (в повечето случаи времето минава доста по-бързо от очакваното);
- чувство за личен контрол без притеснения за неуспехи
- награди.

По време на игра, в състояние на поток, съществува баланс между текущото предизвикателство от игровия сценарий и способностите на играча за нейното изпълнение (фиг.9). Когато предизвикателството, което се изисква от дадена игрална дейност, надхвърля уменията на играча, тази дейност става прекалено преобладаваща и започва да предизвиква тревожност и възбуда [Csikszentmihalyi, 1997]. Лесно преодолимите предизвикателства, които не успяват да завладеят играча, са апатия и скука или предизвикват усещане за релаксация и контрол. Като цяло, хората искат да бъдат в състояние на контрол поради чувството за сигурност и безопасност, а от друга страна, мразят скуката [Wu, 2012]. Зоната на потока започва само ако уменията на играча (способност да се справят с предизвикателството) са по-високи от средните и в същото време предизвикателството е над средното, тоест над и отдалечено от централната точка, представляваща среден поток и уменията на фиг. 7. От друга страна зоните на поток може да са размити и да се различават от играч до играч поради разликата в способностите в рамките на дадената игра [Chen, 2007]. По този начин зоната на потока за начинаещи играчи се премества в сектор на контрол, а за професионалните играчи тя се премества в сектора на възбуждане. Едно възможно преместване в зоната на потока от апатия и скука (ако предизвикателството е сравнително лесно в сравнение с уменията на играча) е чрез отпускане и контрол, както се вижда от белите стрелки на фиг. 7. Когато сте в поток, едно новопоявило се предизвикателство в играта може да надмине уменията на настоящия играч, което ще премести играча в секторите на възбуда и тревожност. Адаптация на трудността, чрез намаляване на предизвикателството, може да доведе играча отново в сектора на скуката.

Въз основа на концепцията за потока, Sweetser и Wyeth [Sweetser&Wyeth, 2005] предлагат модел за оценка на удоволствието на играчите в компютърните игри, наречен GameFlow. Тяхната адаптация свързва директно елементите на потока с игровите концепции, с изключение на два фактора: (1) както загубата на представа за време, така и загубата на представа за събитията от заобикалящата среда се свързват с потапяне и (2) въвежда се социално взаимодействие (конкуренция и сътрудничество между играчи в и извън играта) като нов елемент. По този начин моделът включва осем елемента:

1. концентрация,
2. предизвикателство,
3. умения,
4. контрол,
5. ясни цели,
6. обратна връзка,
7. потапяне и
8. социално взаимодействие.

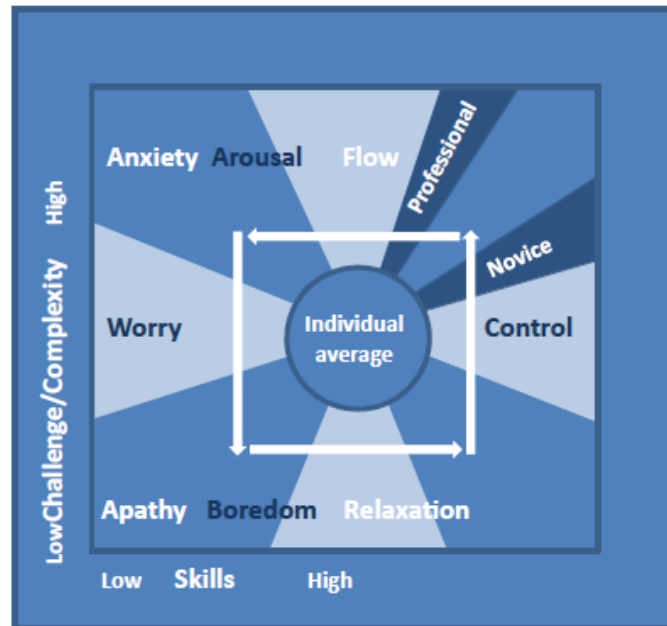
Всички тези осем елемента допринасят съществено за удоволствието на играча. За определяне на степента на потапяне на играча в играта, Brown и Cairns [Brown&Cairns, 2004] са използвали обоснованата теория в рамките на качествено проучване на анализа на чувствата на играчите и са идентифицирали три последователни нива на потапяне:

- a) ангажиране,
- b) поглъщане и
- c) пълно потапяне.

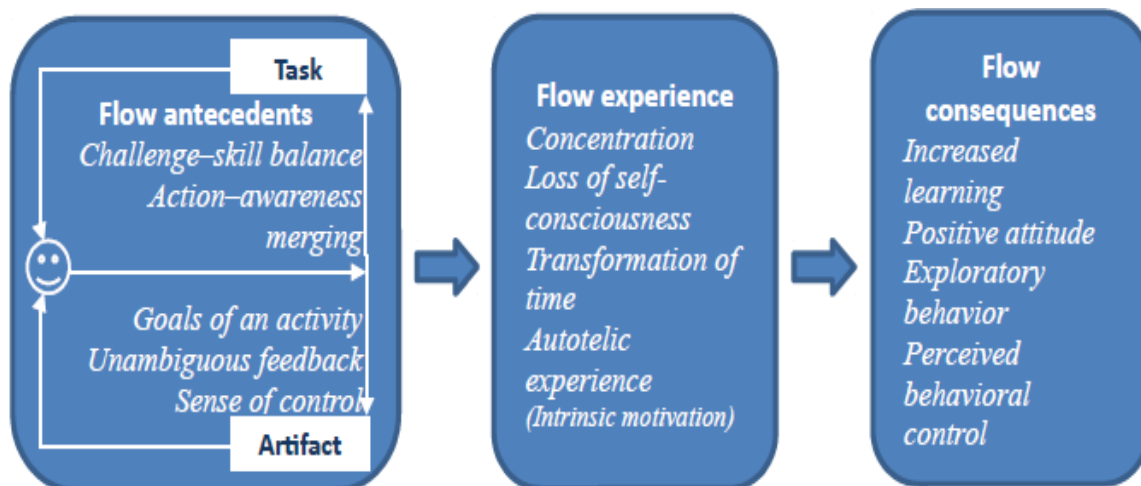
Докато ангажирането е началното ниво, при което играчът се научава как да играе, поглъщане то е свързано със придобиване на умения за контрола в играта и накрая пълното потапяне (понякога се използва взаимозаменяемо с концепцията за присъствие в сложни виртуални среди [Nacke&Lindley, 2008]) се отличава със съсредоточаване върху различните модалности на играта и най-високо ниво на внимание (разпределение на умствените ресурси към даден стимул [Kivikangas et al, 2011]). Ermi и Mäyrä [Ermi&Mäyrä, 2005] анализират потапянето и разграничава три различни форми: (1) сетивно потапяне - свързано с аудиовизуалните играчи; (2) потапяне, базирано на предизвикателства - завършващо с постигането на баланс между предизвикателствата на играта и способностите на играча; и (3) въображаемо потапяне - свързано с пренасянето на играча в историята на играта (понякога се използва като синоним на чувства на емпатия и атмосфера [2008e]). Потопяването се различава от когнитивната абсорбция - описана от Agarwal и Karahana [Agarwal&Karahana, 2000] като състояние на участие в информационните системи и дефинирано от пет измерения: времево разкъсване, фокус на вниманието, повишено удоволствие, контрол и любопитство.

За постигането на приятно интерактивно преживяване при игра на видеоигри или при използване на каквото и да е приложение от крайния потребител, Chen [Chen, 2007] предлага да се следва една проста методика в четири стъпки: (1) комбиниране и съчетаване на компонентите на потока; (2) запазване на играча в неговата / нейната зона на поток; (3) предоставяне на различните потребители да се възползват от зоните си на поток по свой начин, като се осигуряват адаптивни решения; и (4) включване избор на играч в основните игрови дейности, с цел да се осигури, че процесът на потока няма да бъде прекъснат. Тъй като играчите придобиват умения в процеса а игра, те се придвижват от състоянията на поток/контрол до състояние на релаксация/скука (фиг. 7). За да се запазят играчите в потока

(така наречената "фина линия между сигурност и несигурност" [Wu, 2012]), играта трябва да предлага по-интересни и предизвикателни задачи.



Фиг. 7: Психическо състояние като функция на предизвикателството и способността/уменията на играча (съгласно [Csikszentmihalyi, 1997], [Chen, 2007] and [Wu, 2012])



Фиг. 8: Етапи на модела на потока (след [Kiili, 2006])

Kiili [Kiili, 2006] разграничава няколко етапа: предпоставки за потока и последиците от потока (фиг. 8). Предпоставките на потока са задачи и артефакти, които водят до целенасочено поточно преживяване с високо ниво на вътрешна мотивация.

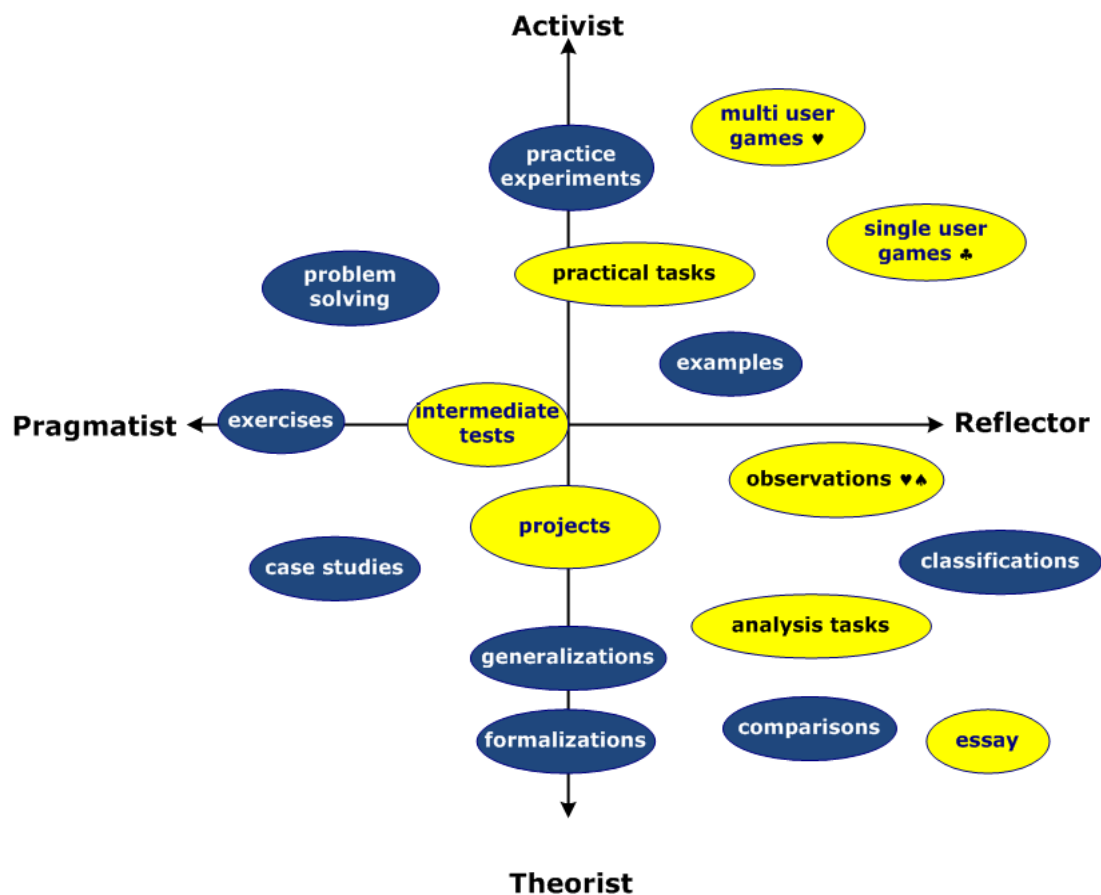
3.3 Адаптивност, базирана на стилове

3.3.1 Адаптивност, базирана на учебни стилове

Учебните стилове се явяват важна основа в СИ, свързани с образование и обучение, за адаптация ориентирана към играчи. Както се посочва в [Brisson et al, 2012], "обосновката на моделите на потребителите за интерактивно обучение се състои в необходимостта от правилна адаптация към различните стилове на учене на потребителите и общите предпочитания".

През последните десетилетия бяха създадени и приложени различни семейства от учебни стилове за нуждите на различните подходи на обучение. Sadler-Smith [Sadler-Smith, 1997] среща четири основни типа подходи за идентифициране на различните стилове на учене, които са следните:

- учебни стилове, занимаващи се с лични когнитивни характеристики за зависимост или независимост в дадена област;
- учебни стилове, представящи специфични предпочитания за учене;
- подходи, съчетаващи елементи от познавателните и личните предпочитания за учене;
- стилове на учене, определени от начините за обработка на информацията - например въз основа на цикличния модел на Kolb [Kolb, 1984] или също така на модела Honey и Mumford [Honey&Mumford, 1992].



Фиг. 9: Използвано в ADOPTA [Bontchev&Vassileva, 2012] разпределение на учебните обекти спрямо учебните стилове на Honey и Mumford

Моделът Kolb включва четири предварително определени стила на учене - конвергентни, дивергентни, наставнически и асимилаторни стилове. От друга страна, моделът "Honey и Mumford" [Honey&Mumford, 1992] съдържа други четири стила:

- активист, занимаващ се с експерименти и предизвикателни практически задачи;
- рефлексор - предпочита да наблюдава изследваните теми и да мисли за техните специфики;
- теоретик - стреми се към формализация, концепции и логически теории;
- прагматист - противоположно на рефлексора, опитва се да приложи идеите на практика.

Учебните стилове на Honey и Mumford са използвани за адаптивен дизайн на учебен курс и адаптивно обучение в рамките на проекта ADOPTA [Bontchev&Vassileva, 2012]. Фигура 9 представя разпределението на типовете учебни обекти по стилове на учене, базирани на преподавателски опит. Това доказва, че игрите са най-подходящи не за прагматисти, а за рефлексори, а есетата се предпочитат не от активисти, а от теоретици.

Има тенденция, стилът на учене, да бъде използван заедно с афективна информация и данни за ефективността за реализиране на по-ефективна адаптивност. Brisson et al. [Brisson et al, 2012] заключават, че "подходящата рамка трябва да включва модул, способен да преобразува сигнали, които са физически (напр. от камери, електроенцефалограми и т.н.) и от виртуални сензори (например отговаряне на викторини в играта) в стойности на модел, интегриращ стилове на учене и потребителски предпочитания".

3.3.2 Адаптивност, базирана на стил на игра

Подобно на стиловете на учене, стиловете на игра (или игрални стилове) се радват на интензивно изследване през последните десетилетия. Magerko et al. [Magerko et al, 2008] разграничават игралните типове като устойчиви черти на играча, докато дефинираните стилове на игра се отнасят към "мотивацията като по-непостоянно състояние, което означава, че играчите могат да възприемат различни стилове на игра в различни игри или в различно време". Най-разпространения модел на стиловете на игра е този на Richard Bartle [Bartle, 1996] разработен, чрез наблюдение и анализиране на поведението на играча по време на масова мултиплеър онлайн игра (ММО). Типовете на Bartle са четири:

- Убийци - налагат се над другите играчи, чрез активно и преобладаващо игрално поведение;
- Победители - събират игрални символи, чрез преодоляване на предизвикателствата на игровия сценарий;
- Изследователи - искат да открият света на играта
- Социализатори – искат да установят по-тесни връзки с други играчи.

Четири стила на игра на Bartle не са независими, а могат да се корелират помежду си. Yee [Yee, 2006] разработва 40 въпроса свързани с мотивацията на играчите, базирани на стиловете на игра на Bartle и събрани данни от онлайн проучване от три хиляди ММО ролеви играчи. Той открива три основни компонента на мотивацията на играчите:

- постижения - включва напредък, механика и конкуренция; играчите, ориентирани към постижения, трябва да разберат правилата, за да бъдат по-ефективни в състезанията;

- социален компонент - включва социализация, взаимоотношения и работа в екип; социално-ориентирани играчи, използващи чат и оказващи помощ и подкрепа на други в сътрудничество със задачи;
- потапяне - включва откриване, ролеви игри и персонализиране; такива играчи харесват проучванията, персонализирането на игровия сценарий и героите от играта и възможността за избягване от реалните проблеми на живота.

Очевидно е, че трите основни компонента на мотивацията на играчите са насочени, съответно, към три от типовете на Bartle - победители, изследователи и социализатори. Статистическият анализ, направен от Yee [Yee, 2006] разкрива, че тези три стила на игра не са ортогонални, а имат високи корелации. Klawe [Klawe, 1999] наблюдава два стила на игра, възприети от деца, докато играят образователна компютърна игра: при единия от тях, играчите, преследват бърза победа в играта, докато при другия са по-склонни да изследват света на играта. Почти десетилетие след тях, Heeter и Winn [Heeter&Winn, 2008] изследват стилове на игра, базирани на бързината на игра и успеха в решаването на проблеми, в рамките на друга образователна игра. Те разделят скоростните играчи на такива допускащи много грешки, от другите, опитващи се да избегнат грешките. Играчите с другия стил на игра, свързан с решаването на проблеми, са разделени на две подгрупи: победители (тези, които се опитват да завършат играта възможно най-бързо) и изследователи (губейки време да изследват света на играта). Авторите установяват, че наградите в играта могат да възпрепятстват или улесняват резултатите от ученето в зависимост от стила на игра на всеки отделен играч. Magerko et al. [Magerko et al, 2008] анализират стиловете на игра, свързани с мотивацията на играчите, успоредно с вътрешни и външни мотивации за учене. Те предполагат, че стила на игра победител на Bartle, Yee и Heeter и Winn, предполага, екзистенциално мотивиран геймплей (същото се отнася и за играчите, които се опитват да избегнат провала, вместо да търсят успех), докато стила на игра изследовател, предполага играча да е потопен в играта и вътрешно мотивиран. В рамките на техните S.C.R.U.B. (2008о), те идентифицират и адаптират шест функции на играта към изследователи и победители. Приспособимите функции са дефинирани за конкретни типове след определяне на индивидуален стил на игра от въпросник.

Keirsey [Keirsey, 1998] въвежда друга категоризация на личностните типове, която използва имената, предложени за четирите основни темперамента, наречени аналитици (конкретни и адаптивни), стражи (конкретни и организирани), идеалисти (абстрактни и състрадателни) и реалисти (абстрактни и конкретни). Той разделя всеки от типовете на четири функционални портрета, показващи по-малко значими (в сравнение с типовете) психологически различия, което води до 16 личностни типа.

Стюарт [Stewart, 2014] предлага единен модел на личност и стилове на игра, базирани на паралел между стиловете на Bartle и темпераментите на Keirsey. Тя е представена в таблица 3.

Таблица 3: Унифициран модел на Stewart (базиран на [Stewart, 2014])

Bartle	Характеристики	Keirsey
Убиец	Действащи върху играчите = Външна промяна / Тактики	Аналитик
Победител	Действащи върху света = Външна промяна / Логистика	Страж

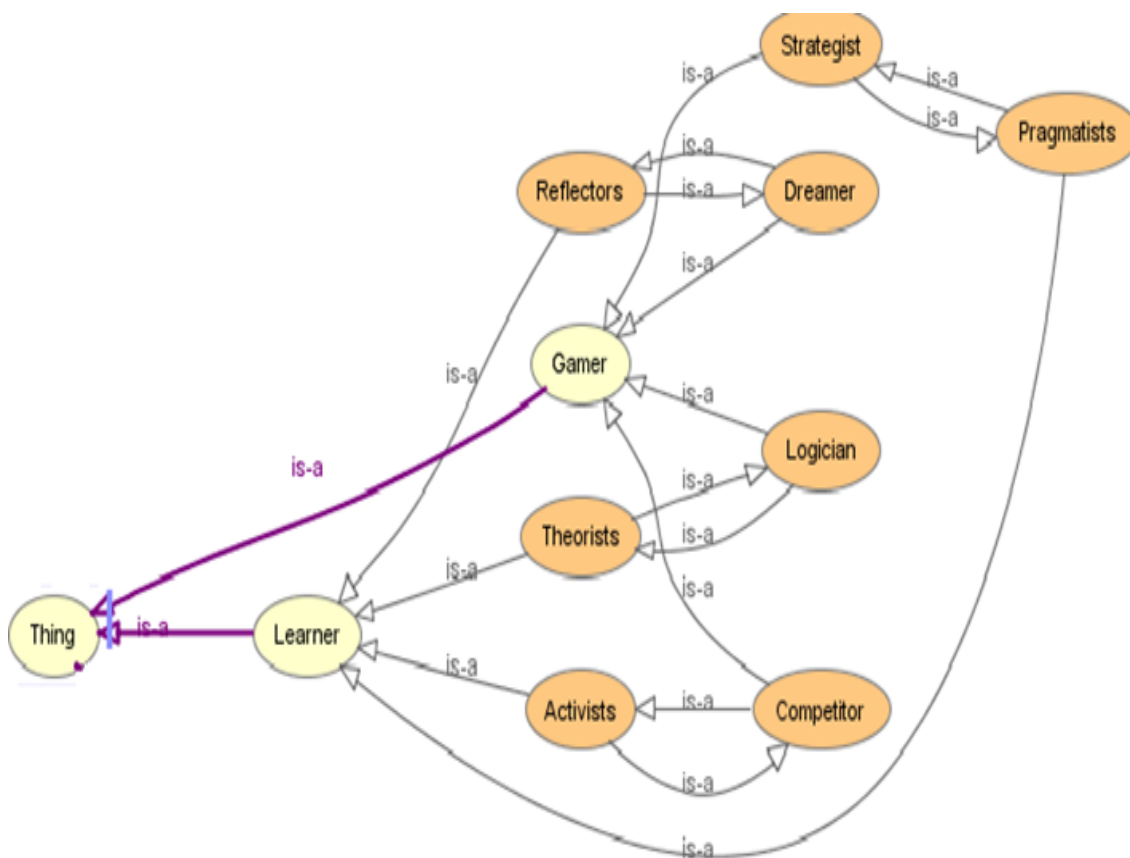
Изследовател	Взаимодействащи със света = Вътрешна структура / Стратегия	Реалист
Социализатор	Взаимодействащи с играчите = Вътрешна промяна / Дипломация	Идеалист

В рамките на проекта ADOPTA [Aleksieva-Petrova et al, 2011] е предложена друга фамилия от стилове на игра за адаптиране и контролиране на игровия сценарий по начин, подобен на адаптацията на доставка на учебно съдържание в реално време. За играчите от тип Logician (логик), играта и учебните дейности включват пространствена ориентация и използване на словесни и математически умения, докато стилът Dreamer (мечтател) обхваща решаването на проблеми и нестандартно мислене, както и умения за съвместна работа, социалното взаимодействие и преговори. От друга страна, стилът Competitor (състезател) предполага координация на ръцете, работа в екип и способност за бързо мислене, докато играчът от тип Strategist (стратег) обича планирането, вземането на решения, тестването на хипотези, стратегическото мислене и управленските умения. Четирите стила на игра са представени като класове на фиг. 10, получени от стиловете за учене на Honey и Mumford, където рефлексорът, теоретикът, активистът и прагматистът наследяват Learner, докато Dreamer, Logician, Competitor и Strategist са подкласове на Gamer.

Таблицата по-долу дефинира връзката между стиловете за учене на Honey и Mumford и стилове на ADOPTA и Bartle. Игровите типове, динирани в ADOPTA, заедно със стиловете за учене на Honey и Mumford, са използвани за динамичен избор на учебни обекти и адаптивно обучение за игра [Bontchev&Vassileva, 2012].

Таблица 4: Връзки между стиловете за учене на Honey и Mumford и игровите стилове на ADOPTA и Bartle.

Honey и Mumford	Учене чрез:	ADOPTA	Bartle
Activist	координация на ръцете и очите, планиране и изграждане на стратегии, решаване на проблеми, работа в екип и способност за бързо мислене	Competitor	Killer
Theorist	логическо решаване на проблемите - стъпка по стъпка, пространствена ориентация и словесни и математически умения	Logician	Achiever
Pragmatist	планиране, вземане на решения, изследване на хипотези, стратегическо мислене, управленски умения	Strategist	Explorer
Reflector	Наблюдение	Dreamer	Socializer



Фиг. 10: Йерархично разпределение на стиловете на учене и стиловете на игра в ADOPTA
[Aleksieva-Petrova et al, 2011]

4. ЦЕЛИ НА АДАПТИРАНЕТО ВЪВ ВИДЕОИГРИТЕ ОРИЕНТИРАНИ КЪМ ИГРАЧИ

Блок диаграмата на афективния цикъл (фигура 4) показва как адаптацията на играта създава емоционални стимули, водещи до предизвикване на емоции в играча. Ето защо е изключително важно да се очертаят възможните цели на адаптацията при проектирането на игра, която предизвиква емоциите на играча, както и физиологични реакции. Тъй като физиологичните реакции в реално време варират между играчите с различен профил по отношение на техните игрални преживявания и афективни личностни черти, Gilleade et al. [Gilleade et al, 2005] предлагат вертикален подход към класификацията на целите на адаптацията на играта, състоящ се от три евристики на високо ниво за динамично адаптиране емоционални игри:

- *assist me* – предполага подпомогнат и адаптиран игрови сценарий в случаи на проблемни ситуации за играчи,
- *challenge me* – разчита на измерването на ангажираността на играча въз основа на неговата истинска възбуда, за да се променя динамично предизвикателството за всеки отделен играч и
- *emote me* – въз основа на измерване на емоционалното състояние на играча, променя съдържанието на играта, за да предизвика желаните емоции.

Използвайки евристиката *assist me*, играчите могат да бъдат подпомогнати във всяка проблематична ситуация по време на игра, например такива с нарастващо разочарование, измерено от играта [Gilleade, 2004]), или чрез използване на адаптивни компаньони, променящи поведението си - между предпазлив, подкрепящ и агресивен - според опита на играча за постигане на по-високи и завладяващ геймплей [Tremblay&Verbrugge, 2013]. Евристиката *challenge me*, в адаптивните игри, представя база за изследване за динамично адаптиране на трудностите (ДАТ) вместо просто увеличаване на нивото на трудност, с цел балансиране на предизвикателството на играта според уменията на играча [Chen, 2007]. Последната евристика - *emote me* - е само скицирана в [Gilleade et al, 2005], но разкрива огромен потенциал за провокиране на желаните емоции чрез промяна на графичния дизайн и интерфейс и мултимедийното съдържание на видеоиграта, въз основа на действителните емоции на играча. В такива игри и среди, контролирани от биофейса, емоциите на играчите се откриват чрез физиологични сигнали, които се използват по-нататък за контролиране на някои аудиовизуални аспекти на играта, като например адаптиране на звука от играта за създаване на усещане за потапяне на играча [Garner, 2013].

Проектирането на видеоигра, съгласно трите евристики - "*assist me-challenge me-emote me*", съответства семантично на други подобни подходи, предложени от други изследователи и разработчици на игри. Най-значимият от тях е вероятно модела създаден от Hunicke et al. [Hunicke et al, 2004] - MDA (Mechanics, Dynamics, Aesthetics), където механика (Mechanics) се грижи за формалните правила на играта, техните механизми за прилагане, представяне на данни и алгоритми, вградени в компонентите на играта; динамиката (Dynamics) описва поведението на механика и естетиката (Aesthetics) показва емоционални реакции, предизвикани в играчите от динамиката като възбуждане, чувство на неудовлетвореност или мотивационна интензивност. След това, MDA може да бъде

съпоставено с последните три от шестте вродени елемента на изкуството (idea, form, idiom, structure, craft, surface), предложени от Gallant [Gallant, 2009], а именно:

- *structure* - обхваща герои, правила и разказ;
- *craft* - реализиране на структурата при контролиране на затруднения в играта, камерата, баланса и нивата; и
- *surface* - аудио-визуална графика и ефект.

От друга страна, нивата на MDA са ясно свързани с три основни категории адаптация на играта, обобщени от Novak et al. [Novak et al, 2012], както следва:

- адаптивна автоматизация на задачите с възможно осигуряване на автоматизирана помощ,
- адаптиране на нивото на трудност на играта (често съкратено като DDA от динамична настройка на трудностите) за балансиране на предизвикателството спрямо уменията на играчите и
- адаптиране на аудио-визуалните ефекти.

4.1 Адаптивна автоматизация на задачите и обратна връзка

Техниките за адаптивна автоматизация на задачите се прилагат автоматично в играта, когато се открие натоварване у играча [2012b]. Те се използват и за поддържане на оптимално ниво по време на изпълнение на задачите [Parnandi&Gutierrez-Osuna, 2014], чрез отрицателна обратна връзка, увеличаваща разпределението на задачите, когато играчите станат неспокойни, както и обратното. В допълнение, последователността на задачите в играта може да се следи според физиологичните отговори, измерени от биометричните сензори, за да провокират или потискат специфичните емоции на играчите. Както е забелязано от Rouse [Rouse, 2001] "разработчиците на игри трябва да създадат игрални светове, които дават възможност за различни емоционални отговори в играчите, без да се гарантира, че играчът ще почувства особена емоция в определено време". От друга страна, адаптивната помощ или осигуряването на съвети могат да бъдат автоматизирани, като се използват същите принципи. Адаптивната когнитивна и мета-когнитивна обратна връзка, заедно с обратна връзка за надеждност / предпазливост на NPC и афективна / мотивационна обратна връзка се предоставят в рамките на играта ELEKTRA [Peirce et al, 2008].

Задачите във видеоигрите могат да бъдат разделени на три типа [Murphy et al, 2013]:

1. *явни задачи* - като цели, мисии, които са поставени на играчът като част от игровия сценарий;
2. *неявни задачи* - не са изрично посочени от интерфейса на играта, но се очаква да бъдат изпълнени; като "да останеш жив", "да увеличиш максимално уменията си" или "да събереш колкото се може повече неща";
3. *задачи, създавани от играчите* - създадени от играча благодарение на неговата креативност в рамките на съществуващите ограничения на дадена игрална механика и водещи до така наречената възникваща игра [Koster, 2005], характерна за Minecraft™ и други видеоигри без предварително дефинирани сценарии.

За трите вида задачи, нивото на трудност на играта може да се регулира автоматично.

4.2 Адаптация на нивото на трудност във видеоигра

Традиционните подходи на т.нар. динамично балансиране на играта (ДБИ) използват ефективността на играча като база за динамично управление на трудностите на задачата чрез използване на положителна обратна връзка [Liu et al, 2009]. Ефективността на играчите позволява директни реализации на ДБИ без допълнителни устройства. Освен това, интерактивните интелектуални системи разчитат на адаптивния емоционален цикъл [Höök, 2008] за повишаване на уменията в геймплея. По подобен начин, Rani et al. [Rani et al, 2005] комбинира обратната тревога на играча за ДБИ, чрез използване на отрицателна обратна връзка, с традиционната обратна връзка за динамично адаптиране на трудностите при игра. В същата работа е установено, че обратната връзка въз основа на тревожност е по-ефективна от тази, основаваща се на ефективността по отношение на завладяваща и предизвикателна игра. Потапянето на играча в играта се увеличава значително, като се използва явен контрол на динамиката на играта [Kuikkaniemi et al, 2010], за разлика от нявния такъв. Nacke et al. [Nacke et al, 2011] използват косвения контрол на базата на физиологични сигнали, за да манипулират успешно някои механики на играта, чрез промяна на стойностите на игровите променливи и условия. Както признават Liu et al. [Liu et al, 2009], методите за ДБИ, прилагащи само афективна информация, не изглеждат оптимални. Те предлагат да се експериментира с гъвкави механизми за ДБИ, отчитайки "представянето на играча, неговата личност, както и контекста и сложността на играта, наред с други въпроси, за да генерираме удовлетворяващ игрови опит".

Като цяло, подходите за ДБИ могат да бъдат категоризирани в три типа, според метода на адаптиране [Chang, 2013]:

- *ДБИ, чрез автоматичното генериране на ниво* - използва методи за генериране на процедурно съдържание (ГПС), обобщени от Yannakakis и Togelius [Yannakakis&Togelius, 2011], обикновено за игри на платформа като Super Mario Bros на Nintendo и неговия общодостъпен вариант Infinite Mario Bros. Създава се автоматично, текстова и мултимедийно игрово съдържанието като разказ, диалози, викторини, нива, текстури и т.н. (но с изключение на изкуствения интелект на NPC), чрез алгоритмични процедури. Първоначално ГПС е въведено в офлайн компютърните игри [Chang, 2013], но вече съществуват по-нови подходи за онлайн динамично адаптиране на съдържанието към промените в модела на играча. Авторите [Yannakakis&Togelius, 2011] предлагат рамка за ГПС моделиране на играч, базирана на производителността, като функция на съдържанието на играта и стила на игра, плюс когнитивните и емоционални отговори на играча, както и качеството и представянето на съдържанието, за да се постигне максимална ефикасност, производителност и надеждност.
- *ДБИ, чрез модификация на изкуствения интелект* - базирано на динамичното адаптиране на трудността на интелигентния NPC чрез избиране на поведението на изкуствения интелект, което е най-подходящо за способностите и емоциите на настоящия играч. Промените в поведението на NPC могат да включват динамично програмиране (генериране на различни скриптове за интелигентни агенти в зависимост от поведението на играча); машинно обучение за изграждане на NPC чрез генетични алгоритми; или използване на адаптивни средства [Chang, 2013].

- *ДБИ, чрез адаптиране на нивото на съдържанието* – което означава динамично адаптиране на нивото на игровите асети, взаимодействащи с играча за специфичен контекст на играта, в зависимост от придобитите умения на играча. В рамките на "Hamlet" – ДБИ система, създадена с помощта на Valve's Half Life - Hunicke and Chapman [Hunicke&Chapman, 2005], се определят действия и политики за настройка на игровите асети. Реактивните действия се използват за настройване на елементите на играта "на сцената", докато проактивните действия регулират "неактивните" елементи. Авторите се опитват да предвидят състоянието на следващия играч и да предотвратят нежеланите състояния, чрез подходящи действия за приспособяване, като проследяват игровите показатели, чрез статистически анализ. В друг контролиран експеримент с емоционално адаптивна версия на Pacman [Tijds et al, 2008], скоростта на игра се коригира динамично, за да се избегне скуката, чувството на неудовлетвореност и да се балансира удоволствието.

4.3 Адаптиране на аудио-визуалните ефекти

И накрая, адаптирането на аудиовизуалните ефекти, отразяващи емоционалното състояние на потребителя, първоначално е било използвано в мултимедийни приложения като емоционални музикални плейъри, системи за препоръки и онлайн чат приложения [Novak et al, 2012]. Dekker и Champion [Dekker&Champion, 2007] първи се опитват да подобрят игровия сценарий и да покажат игра на ужасите, която директно свързва физиологичните реакции на играча със свойствата на аудиовизуалните игри. След това Grigore et al. [Grigore et al, 2008] използват стохастични алгоритми за адаптиране на околната светлина в помещенията в рамките на видеоигрите чрез използване на психофизиологични характеристики, а именно сърдечната честота на играча и проводимостта на кожата. Garner [Garner, 2013] изследва различни психофизиологични подходи и добри практики за създаване на по-големи емоционални преживявания в адаптивен игрови сценарий, със специален фокус върху взаимовръзките между страха и играта. В състезателна игра за автомобили [Parnandi&Gutierrez-Osuna, 2014], скоростта и видимостта на пътя (времето) динамично са променяни и като резултат от това е установено, че адаптация спрямо скоростта е най-ефективна, а видимостта по пътищата е най-ниско ефективна сред трите механики на игрите.

Освен вертикалните класификации на целите за динамично адаптиране на емоционалните игри, състоящи се от три нива на проектиране, друг възможен подход е да се разгледат основните емоционални стимулатори в игрите. Yannakakis и Paiva [Yannakakis&Paiva, 2013] предлагат хоризонтална класификация на целите за адаптация в емоционалните игри, включваща два основни източника на възможни емоционални реакции: (1) адаптиране на съдържанието и (2) адаптация на агенти / NPC. Те разглеждат съдържанието на играта на високо ниво, вземайки в предвид не само средата на играта, нейния сценарий, аудиовизуалните настройки и ефекти, но и игралната механика, динамиката и всякакви видове съдържание, което може да се приспособи към емоционалното състояние на конкретния играч и след това може да повлияе на неговия напредък. Подходите за генериране на автоматично и динамично съдържание [Yannakakis&Togelius, 2011], осигуряват допълнителни възможности, чрез игрови сценарии и съдържание, базирани на емоции, за синтезиране на индивидуални преживявания в контекста на забавленията и сериозните игри [Brisson et al, 2012]. От друга страна адаптирането на игровите агенти и NPC към тяхното сложно когнитивно, социално и емоционално поведение е вторият основен източник на емоции. Различни видове NPC, като

изкуствени преподаватели и играчи [Brisson et al, 2012], могат да бъдат адаптирани според областта на играта [Bakkes et al, 2009], емоционалното състояние на играча [Hudlicka, 2009] или напредъка на играча [Tremblay&Verbrugge, 2013]. Поведението на NPC включва реактивно задействане на емоционалните състояния като реакция на конкретно събитие, доколкото се проявява проактивно изразяване на емоции, което може да бъде увеличено чрез подходящо генериране на адаптивно съдържание [Yannakakis&Paiva, 2013]. Както корекциите на съдържанието на играта, така и агентите / аватарите / NPC преминават през адаптациите на игралната механика, динамиката и естетиката.

4.4 Адаптивност в сериозните игри за обучение

Адаптивност може да бъде дефинирана за всички категории на СИ за обучение, предложени в рамките на проекта ENTRExplorer от Karner и Härtel [Karner&Härtel, 2011] и обобщени тук, както следва:

- Вид на обучението, при което се използват СИ - формално и / или неформално (разпространение) образование
- Целева група - възраст, произход, опит, предишни знания и стилове на учене
- Учебни цели на СИ:
 - Индивидуални умения - включват визия, постоянство, инициативност, ангажираност, контрол, толерантност към риска, устойчивост и самоопределение
 - Междоличностни умения - като комуникация, слушане, работа в екип, лидерство, разрешаване на конфликти, лични отношения, преговори и етика
 - Аналитични и творчески умения - като творческо мислене, решаване на проблеми или идентифициране на възможности
 - Практически умения - определяне на цели, планиране и организиране, или вземане на решения
 - Знания ¹⁵ - може да са теоретични, ориентирани към специфична сфера, предприемачески, специфични за конкретните случаи или специфични за отделните области от знания
- Степен на обучение - тип на кривата на обучение, напредък и обратна връзка
- Оценка на обучението и последващи действия - или чрез добавяне на традиционни тестове за оценка или викторини в геймплея [Bontchev&Vassileva, 2012]
- Сътрудничество по време на игра и извън играта и работа в екип
- Интегриране на съдържанието на играта към нейната механика, динамика, графика и интерфейс, опита на играча и целите на обучението
- Ниво на ангажираност и потапяне на играча - зависи от балансирането на предизвикателството на играта с уменията на играча
- Ефективност на обучението, включително степен на запазване на придобитите знания

¹⁵ включени в практическите умения през [2011f], но умишлено отделни от автора в опит да го отличат

Микро и макро адаптивност се използват широко в СИ за обучение [Tan, 2012]. Макро адаптация - се използва за настройване на общите характеристики на обучение според конкретен модел на обучаемия. Представянето на съдържанието или учебните цели могат да се адаптират според предпочитанията и уменията на всеки отделен учащ, чрез използването на подходи за адаптиране към макрос.

Микро адаптирането се използва за настройване на специфичните учебни функции на микро ниво в образователните игри. Микро адаптивността се основава на анализ на поведението и напредъка на учащите (с количествени методи) и свързването на вероятността за настоящите компетенции. В зависимост от промяната на вероятността се предприема специфична интервенция или обратна връзка въз основа на дидактични метаданни. Микроредактирането може да е подобно на ДБИ, използвано главно в развлекателните игри или може да доведе до различни форми на адаптивна обратна връзка. Например, микроадаптивните интервенции в образователната игра ELEKTRA [Peirce et al, 2008] включват 197 адаптивни елемента, разпределени в три сценария на обучение и варират от когнитивна обратна връзка, мета-когнитивна обратна връзка (ориентирана към момента и тенденция), NPC обратна връзка за надеждност и афективна / мотивационна обратна връзка, на базата на знанията и напредъка.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От появата си в края на миналия век, афективните изчисления никога не са преставали да бъдат привлекателни и предизвикателни за изследователите, инженерите и разработчиците на софтуер, които се опитват да създават емоционално базирани приложения и продукти. Както беше споменато по-горе, публикувани са много експериментални подходи за разпознаването на потребителските емоции съгласно измерените физиологични сигнали. По-голямата част от адаптивните физиологични системи използват методи за статичен синтез на данни [Novak, 2012], използвайки методи за машинно самообучение и кръстосано валидиране, които се извършват веднъж и предварително при адаптирането на системата. До голяма степен това се определя от факта, че софтуерните приложения за автоматична класификация като IBM SPSS не са онлайн базирани. От друга страна, динамичните системи за анализ на данни се развиват успешно в посока анализ на историята на измерените сигнали в реално време.

Въпреки че в момента има много научни статии в областта на механизмите за адаптация, в контекста на видеоигрите, относително малко от тях наистина прилагат разпознатите емоции за адаптиране на някои игрални характеристики и свойства в реално време. Създаването на точни модели, които описват поведението на играчите и прилагането им практически по време на контролиран и неконтролиран геймплей, е от решаващо значение за точното разпознаване на емоциите и следователно за ефективна адаптация, базирана на емоции при развлекателните игри и приложните игри, използвани за обучение [Dichev, 2014]. Последните разработки в областта на адаптивните игри проправят пътя от контролираните и ограничени лабораторни експерименти, доказващи както желанието, така и ефективността на адаптацията според емоциите на играчите, към комерсиалните и сериозни видеоигри, базирани на емоционална адаптация. Понататъшните изследвания в адаптирането на базата на емоции трябва да предвиждат по-реалистично и пълно моделиране и профилиране на поведението на играчите, като осигуряват основа за мултимодални афективни игри с подобрена адаптация.

ЛИТЕРАТУРА

- Agarwal, R. Karahana, E. Time flies when you're having fun: Cognitive Absorption and beliefs about information technology usage. *MIS Quarterly*, 2000, 24 (4), pp.665-694.
- Ahmadpour, N. OCC model: application and comparison to the dimensional model of emotion, *Proc. of Int. Conf. on KEER'14*, June 11-13, Linköping, Sweden, 2014.
- Aleksieva-Petrova, A., Petrov, M., Bontchev, B. Game and Learner Ontology Model, *Int. Scientific Conf. Computer Science'2011*, ISBN 978-954-438-914-7, Ohrid, Macedonia, 1-2 Sept. 2011, pp.392-396.
- Ambinder, M. Biofeedback in gameplay: How valve measures physiology to enhance gaming experience. Valve Software, 2011, <http://www.valvesoftware.com/publications/2011/ValveBiofeedback-Ambinder.pdf>
- Anderson, E. F., McLoughlin, L., Liarokapis, F., Peters, C., Petridis, P., & Freitas, S. Serious games in cultural heritage, *Proc. of 10th Int. Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST*, 2009.
- Apperley, T. H. Genre and game studies: Toward a critical approach to video game genres. *Simulation & Gaming*, 2006, 37(1), pp.6-23.
- Bakkes, S., Spronck, P., & Van den Herik, J. Rapid and reliable adaptation of video game AI. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 2009, 1(2), pp.93-104.
- Bakkes, S., Tan, C. T., & Pisan, Y. Personalised gaming: a motivation and overview of literature. *Proc. of the 8th Australasian Conf. on Interactive Entertainment: Playing the System*, ACM, 2012, p.4.
- Barelle, C., Tsirbas, Ch., Ibanez, F., Vellidou, E., Tagaris, T., Koutsouri, G. and Koutsouris, D. KINOPTIM: A Tele-rehabilitation gaming Platform for Fall Prevention in the Elderly Community, *Int. J. of Health Research and Innovation*, vol. 2, no. 1, 2014, pp.37-49.
- Bartle, R. Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who suit MUDs, 1996, <http://mud.co.uk/richard/hcds.htm>
- Bersak, D., McDarby, G., Augenblick, N., McDarby, P., McDonnell, D., McDonald, B., Karkun, R. Intelligent biofeedback using an immersive competitive environment. *Designing Ubiquitous Computing Games Workshop, UbiComp*, Atlanta, USA, 2001, September.
- Bontchev, B., Vassileva, D. Courseware Adaptation to Learning Styles and Knowledge Level, *E-Learning - Engineering, On-Job Training and Interactive Teaching*, Dr. Sergio Kofuji (Ed.), ISBN: 978- 953-51-0283-0, InTech, 2012.
- Brisson, A., Pereira, G., Prada, R., Paiva, A., Louchart, S., Suttie, N., Lim, T., Lopes, R., Bidarra, R., Bellotti, F., Kravcik, M., Oliveira, M. Artificial intelligence and personalization opportunities for serious games. *Proc. of 8th AIIDE Conf.*, 2012, July, pp.51-57.
- Brown, E., Cairns, P. A grounded investigation of game immersion. In *CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems*, ACM, 2004, April, pp. 1297-1300.
- Chang, D. M. J. Dynamic Difficulty Adjustment in Computer Games, *Proc. of 11th Ann. Interact. Multimedia Systems Conf.*, Univ. of Southampton, UK, 2013, http://mms.ecs.soton.ac.uk/2013/papers/dmjc1g10_23990287_finalpaper.pdf
- Charles, D., McNeill, M., McAlister, M., Black, M., Moore, A., Stringer, K., Kücklich, J., Kerr A. Player-Centred Game Design: Player Modelling and Adaptive Digital Games, *Proc. of DiGRA 2005 Conf.*, British Columbia, June 16-20, 2005, pp.285-298.
- Chen, J. Flow in games (and everything else). *Communications of the ACM*, 2007, 50.4, pp.31-34.
- Chittaro, L., Sioni, R. Affective computing vs. affective placebo: Study of a biofeedbackcontrolled game for relaxation training, *Int. J. of Human-Computer Studies*, Vol. 72, Iss. 8-9, August-September 2014, pp.663-673, doi:10.1016/j.ijhcs.2014.01.007

- Christy, T., Kuncheva, L. I. Technological Advancements in Affective Gaming: A Historical Survey. *GSTF Journal on Computing*, 2014, 3(4).
- Craft, A. An analysis of research and literature on creativity in education, TR, March 2001, http://www.euvonal.hu/images/creativity_report.pdf
- Csikszentmihalyi, M. *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York: BasicBooks, 1997.
- Csikszentmihalyi, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper Perennial, London, 1990.
- Dekker, A., Champion, E. Please biofeed the zombies: enhancing the gameplay and display of a horror game using biofeedback. *Proc. of DiGRA 2007: Situated Play*, Tokyo, Japan, 2007, pp.550–558.
- Dichev, C., D. Dicheva, G. Angelov a, G. Agre. From Gamification to Gameful Design and Gameful Experience in Learning. – *Cybernetics and Information Technologies*, Vol. 14, 2014, No 4, pp. 80-100.
- Durand, V.M., Barlow, D. *Abnormal psychology: an integrative approach*. Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning, ISBN 0-495-09556-7, 2009.
- Egenfeldt-Nielsen, S., Smith, J.H., Tosca, S.P. *Understanding video games: the essential introduction*, Routledge, 2008.
- Ekman, P. Basic emotions. In T. Dalgleish and T. Power (Eds.) *The handbook of cognition and emotion*, New York, John Wiley & Sons, 1999.
- Ekman, P., Sorenson, E. R., and Friesen, W. V. Pan-cultural elements in facial displays of emotion. *Science*, 1969, 164(3875), pp.86–88, doi:10.1126/science.164.3875.86
- Ermi, L., Mäyrä, F. Fundamental Components of the Gameplay Experience: Analysing Immersion. *Proc. of DiGRA Conf.: Changing Views – Worlds in Play*, Vancouver, Canada, 2005.
- ESA, *Essential Facts About the Computer and Video Game*, 2015, <http://www.theesa.com/wpcontent/uploads/2015/04/ESA-Essential-Facts-2015.pdf>
- Fairclough, S. H. Fundamentals of physiological computing. *Interacting with computers*, 2009, 21(1), pp.133-145.
- Fairclough, S., & Gilleade, K. Construction of the biocybernetic loop: a case study. *Proc. of the 14th ACM Int. Conf. on Multimodal interaction*, ACM, 2012, October, pp. 571-578.
- Frank, D. L., Khorshid, L., Kiffer, J. F., Moravec, C. S., McKee, M. G. Biofeedback in medicine: who, when, why and how? *Mental Health in Family Medicine*, 2010, 7(2), pp.85–91.
- Gallant, M. *The Six Layers*, The Quixotic Engineer, 2009, <http://gangles.ca/2009/01/20/the-sixlayers/>
- Garner, T. A. *Game Sound from Behind the Sofa: An Exploration into the Fear Potential of Sound & Psychophysiological Approaches to Audio-centric, Adaptive Gameplay*. PhD Thesis, Aalborg University, 2013.
- Giggins, O. M., Persson, U. M., Caulfield, B. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2013, 10, 60, doi:10.1186/1743-0003-10-60.
- Gilleade, K. M., & Dix, A. Using frustration in the design of adaptive videogames. *Proc. Of ACM SIGCHI Int. Conf. on Advances in computer entertainment technology*, 2004, Sept., pp. 228-232.
- Gilleade, K., Dix, A., Allanson, J. Affective videogames and modes of affective gaming: assist me, challenge me, emote me. *Proc. of DiGRA Conf.: Changing Views – Worlds in Play*, 2005.
- Grigore, O., Gavat, I., Cotescu, M., Grigore, C., 2008. Stochastic algorithms for adaptive lighting control using psycho-physiological features. *Int. J. of Biology and Biomedical Engineering* 2, pp.9–18.
- Gunes H., Schuller B., Pantic M., Cowie R. Emotion representation, analysis and synthesis in continuous space: a survey, *Proc. of IEEE Int. Conf. on Automatic face gesture recognition and workshops (FG 2011)*, 2011, pp. 827–834.
- Heeter, C., Winn, B. Gender identity, play style, and the design of games for classroom learning, *Beyond Barbie and Mortal Kombat: New perspectives on gender and gaming*, 2008, pp.281-300.
- Honey, P., Mumford, A. *The manual of learning styles*, 1992.

- Höök, K. *Affective Loop Experiences—What Are They?* Persuasive Technology, Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp.1-12.
- Hudlicka, E. Affective computing for game design. Proc. of 4th Int. North American Conf. on Intelligent Games and Simulation (GAMEON-NA), Montreal, Canada, 2008, pp. 5-12.
- Hudlicka, E. Affective game engines: motivation and requirements, Proc. of the 4th Int. Conf. on Foundations of Digital Games, ACM, 2009, pp.299-306.
- Hunicke, R., Chapman, V. AI for dynamic difficulty adjustment in games. Proc. of the Challenges in Game Artificial Intelligence AAAI Workshop, 2004, July, Vol. 2, p. 1.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., Zubek, R. MDA: A formal approach to game design and game research. Proc. of AAAI Workshop on Challenges in Game AI, Vol. 4, July, 2004.
- Hupont, I., Baldassarri, S., Cerezo, E. Facial emotional classification: from a discrete perspective to a continuous emotional space, Pattern Analysis and Applications, 2013, Vol. 16, Iss. 1, pp.41-54, doi:10.1007/s10044-012-0286-6.
- Kaplan, S., Dalal, R. S., Luchman, J. N. *Measurement of Emotions. Research methods in occupational health psychology.* New York, Routledge, 2013.
- Karner, F.-W., Härtel, G. Theory and Taxonomies of Serious Games, ENTRExplorer:2010-1-PT1-LEO05-05190, D1, http://www.entrexplorer.com/pdf/Theory_and_Taxonomies_of_Serious_Games.pdf
- Keirsey, D. *Please Understand Me II: Temperament, Character, Intelligence* (1st Ed. ed.). Prometheus Nemesis Book Co., ISBN 1-885705-02-6, May 1, 1998.
- Kiili, K. Evaluations of an experiential gaming model. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 2006, 2(2), pp.187-201.
- Kivikangas, J. M., Chanel, G., Cowley, B., Ekman, I., Salminen, M., Järvelä, S., Ravaja, N. A review of the use of psychophysiological methods in game research. *Journal of gaming & virtual worlds*, 2011, 3(3), pp.181-199.
- Kivikangas, J. M., Chanel, G., Cowley, B., Ekman, I., Salminen, M., Järvelä, S., Ravaja, N. A review of the use of psychophysiological methods in game research. *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, 2011, 3(3), pp.181-199.
- Klawe, M. Computer games, education and interfaces: The E-GEMS project. *Graphics Interface*. 1999, September, pp.36-39.
- Kolb, D. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1984.
- Koster, R. *A Theory of Fun for Game Design*. Paraglyph Press, 2005.
- Kuikkaniemi, K., Laitinen, T., Turpeinen, M., Saari, T., Kosunen, I., Ravaja, N. The influence of implicit and explicit biofeedback in first-person shooter games, Proc. of SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems, 2010, pp.859–868.
- Liu C., Agrawal P., Sarkar N., Chen S. Dynamic difficulty adjustment in computer games through real-time anxiety-based affective feedback. *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, 2009, 25, pp.506–529.
- Lopes, R., Bidarra, R. Adaptivity challenges in games and simulations: a survey. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 2011, 3(2), pp.85-99.
- Magerko, B., Heeter, C., Fitzgerald, J., Medler, B. Intelligent adaptation of digital game-based learning. Proc. of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share. ACM, 2008, November. pp. 200-203.
- Mauss, I.B., Robinson, M.D. Measures of emotion: a review. *Cognition and Emotion*. 2009, 23(2), pp.209-237.
- Mayer, I., Bekebrede, G., Harteveld, C., Warmelink, H., Zhou, Q., Ruijven, T., Julia L, Rens, K., Wenzler, I. The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology. *British Journal of Educational Technology*, 2014, 45(3), pp.502-527.

- McCrae, R. R., Costa, P. C., Jr. Validation of the five-factor model across instruments and observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1987, 52, pp.81–90.
- Mehrabian, A., Russell, J.A. An approach to environmental psychology. Cambridge, MA, USA; London, UK: MIT Press, 1974.
- Mendl, M., Burman, O.H.P., Paul, E.S. An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood. *Proc. Biol. Sci.* 2010, 277, pp.2895–2904.
- Murphy, C., Chertoff, D., Guerrero, M., Moffitt, K. Design Better Games: Flow, Motivation, and Fun. *Design and Development of Training Games: Practical Guidelines from a Multidisciplinary Perspective*, 2014, p.1773.
- Murugappan, M., Ramachandran, N., Sazali, Y. Classification of human emotion from EEG using discrete wavelet transform. *J. Biomedical Science and Engineering*, 2010, 3, pp.390-396, doi:10.4236/jbise.2010.34054
- Nacke, L. E., Kalyn, M., Lough, C., Mandryk, R. L. Biofeedback game design: using direct and indirect physiological control to enhance game interaction. *Proc. of the SIGCHI conf. on human factors in computing systems*, ACM, 2011, pp.103-112.
- Nacke, L., Lindley, C. Flow and Immersion in First-Person Shooters: Measuring the player's gameplay experience, *Proc. of FuturePlay*, 2008, November 3-5, 2008, Toronto, Ontario, Canada, pp.81-88.
- Novak, D., Mihelj, M. and Munih, M. A survey of methods for data fusion and system adaptation using autonomic nervous system responses in physiological computing. *Interacting With Computers*, 2012, 24, pp.153-172.
- Ortony, A., Clore, G., Collins, A. (1988). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Paraskevopoulos, I.T., Tsekleves, E., Craig, C., Whyatt, C., Cosmas, J. Design guidelines for developing customised serious games for Parkinson's Disease rehabilitation using bespoke game sensors, *Entertainm. Comput.*, 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.entcom.2014.10.006>
- Parnandi, A., Gutierrez-Osuna, R. A comparative study of game mechanics and control laws for an adaptive physiological game. *J. on Multimodal User Interfaces*, 2014, pp.1-12.
- Peirce, N., Conlan, O., Wade, V. Adaptive educational games: Providing non-invasive personalised learning experiences. *Proc. of Second IEEE International Conference on Digital Games and Intelligent Toys Based Education*, IEEE, 2008, November. pp. 28-35.
- Rani P., Sarkar N., Liu C. Maintaining optimal challenge in computer games through real-time physiological feedback. *Proc. of the 11th Int. Conf. on Human Computer Interaction*, 2005, pp.184–192.
- Ravaja, N., Saari, T., Laarni, J., Kallinen, K., Salminen, M., Holopainen, J., Järvinen, A. The Psychophysiology of Video Gaming: Phasic Emotional Responses to Game Events, *Proc. Of DiGRA'2005 Conf.*, 2005.
- Rollings, A., Adams, E. *Fundamentals of Game Design*. Prentice Hall, ISBN:0-13-168747-6, 2006.
- Rouse, R. Games on the verge of a nervous breakdown: emotional content in computer games. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 2001, 35(1), pp.6-10.
- Rouse, R. Games on the verge of a nervous breakdown: emotional content in computer games. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 2001, 35(1), pp.6-10.
- Russell, J.A. A circumplex model of affect, *Journal of Personality and Social Psychology*, 1980, Vol. 39, No. 6, pp.1161–1178.
- Sadler-Smith, E. (1997) *Learning Style: Frameworks And Instruments*, *J. of Educational Psychology*, Vol. 17, Issue 1.
- Sánchez J.L.G., Vela F.L.G, Simarro F.M., Padilla-Zea N. Playability: analysing user experience in video games, *Behaviour & Information Technology*, 2012, 31:10, 1033-1054, doi:10.1080/0144929X.2012.710648
- Sawyer, B., Smith, P. Serious games taxonomy. Presented at Serious Games Summit, 2008.

- Scherer, K. Appraisal considered as a process of multilevel sequential checking. In K. Scherer, A. Schorr, & T. Johnstone (Eds.), *Appraisal processes in emotion: Theory, methods*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- Squire, K. From content to context: Videogames as designed experience. *Educational researcher*, 35/8. 2006, pp.19-29.
- Sternberg, R. The Assessment of Creativity: An Investment-Based Approach, *Creativity Research J.*, ISSN: 1040-0419, 24(1), 2012, pp.3–12.
- Stewart, B. Personality And Play Styles: A Unified Model, *Gamasutra*, 12/17/2014
- Susi T., Johannesson, M., Backlund, P. Serious Games – An Overview, Technical Report HSIKI-TR-07-001, School of Humanities and Informatics, Univ. of Skövde, Sweden, 2007.
- Sweetser, P., Johnson, D. M., Wyeth, P. Revisiting the GameFlow model with detailed heuristics. *Journal : Creative Technologies*, 2012 (3).
- Sweetser, P., Wyeth, P. GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 2005, 3(3), pp.3-3.
- Tan, C. T., Rosser, D., Bakkes, S., Pisan, Y. A feasibility study in using facial expressions analysis to evaluate player experiences, *Proceedings of The 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System*, p.1-10, July 21-22, 2012, Auckland, New Zealand, doi:10.1145/2336727.2336732
- Tan, C.T., Bakkes, S., Pisan, Y. Inferring Player Experiences Using Facial Expressions Analysis, *Proc. of Conf. on Interactive Entertainment*, ACM New York, NY, USA, 2014, pp.1-8.
- Tijs, T. J., Brokken, D., IJsselsteijn, W. A. Dynamic game balancing by recognizing affect. *Fun and Games, LNCS*, Vol. 5294, Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp.88-93.
- Tijs, T., Brokken, D., IJsselsteijn, W. Creating an emotionally adaptive game. *ICEC 2008, LNCS 5309*, Springer Berlin Heidelberg. pp.122–133.
- Tremblay, J., Bouchard, B., Bouzouane, A. Adaptive Game Mechanics for Learning Purposes-Making Serious Games Playable and Fun, *Proc. of CSEDU (2)*, 2010.
- Tremblay, J., Verbrugge, C. Adaptive companions in FPS games, *FDG*, 2013, 13, pp.229-236.
- Trimmer, P.C., Paul, E.S., Mendl, M.T., McNamara, J.M., Houston, A.I. On the Evolution and Optimality of Mood States. *Behav. Sci.*, 2013, 3, pp.501-521.
- Vossen, D. P. The nature and classification of games. *AVANTE-ONTARIO-*, 2004, 10(1), pp.53-68.
- Wong, C., Kim, J., Han, E., Jung, K. Human-centered modeling for style-based adaptive games, *J. of Zhejiang Univ. SCIENCE A*, 2009, Vol. 10(4), pp.530-534.
- Wu, M. Gamification 101: The Psychology of Motivation, *Science of Social blog*, Lithium, 2012, <https://community.lithium.com/t5/Science-of-Social-blog/Gamification-101-The-Psychology-of-Motivation/ba-p/21864>
- Yannakakis, G. N., & Hallam, J. Entertainment modeling through physiology in physical play. *Int. Journal of Human-Computer Studies*, 2008, 66(10), pp.741-755.
- Yannakakis, G. N., Paiva, A. Emotion in games. *Handbook on Affective Computing*, 20, 2013.
- Yannakakis, G. N., Togelius, J. Experience-driven procedural content generation, *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2011, 2(3), pp.147-161.
- Yee, N. Motivations of Play in Online Games. *CyberPsychology and Behavior*, 2006, Vol. 9, No. 6, pp.772-775.
- Zyda, M. From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. *IEEE Computer*, Sept. 2005, Vol. 38 (9), pp.25-32.

ЧАСТ III. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ В ОБЛАСТТА НА ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ИНТЕЛИГЕНТНИ АГЕНТИ ВЪВ ВИДЕОИГРИТЕ

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Игровата индустрия се промени драматично през последните няколко години. Преди фокусът в разработката на игри беше върху графичните възможности, т.е. естествеността на изобразяването и почти филмово реалистичната графиката, които са във все по-голям контраст с доста примитивното и неестествено поведение на героите. С поведението не означаваме анимирането на героя, а когнитивното му поведение, тоест реакцията и взаимодействието с други герои, консистентното му поведение във времето и т.н. Ето защо фокусът сега се пренасочва към по-естествено поведение на героите от играта. Тази промяна, също води до промяна на използваните техники. Докато геометричните техники и графики бяха основният фокус, сега изглежда, че е време да се въведат по-сериозни техники от изкуствения интелект (ИИ), например [1]. Забелязва се нарастващо използване на техники като размита логика и невронни мрежи за подобряване на функциите за вземане на решения на героите, например [2]. Тези функции са много полезни, за да изглеждат по-реалистични индивидуалните поведения на софтуерните агенти в играта.

Общността за разработчици на игри също така виждат значението на това героите да изглеждат интелигентни за по-дълги периоди от време. Машините с крайни състояния най-често се използват за моделиране на поведението на даден герои в неговия жизнен цикъл. Всяко състояние описва важна страна на характера, която определя избора от налични действия. Макар че това е добре за простата постъпка, Orkin [3] осъзна, че е необходимо по-гъвкаво планиране за сложно поведение. F.E.A.R въвежда техники за планиране, използвайки езика за планиране на действия STRIPS [4] и предлага целево планиране на действията [5]. Това води до по-естествено поведение, защото целите на героя са отделени от плановите генерирани за постигане на самата цел. Поради това неуспехът на даден план не води директно до отказване от целта, а до създаване на алтернативен план, включващ новата информация за света, довела до провала на първия план.

Въпреки тези примери, има малко комерсиални игри фокусирани върху създаването на герои, които се държат по-естествено на когнитивно ниво. Вероятно, основното изключение е Soar Quakebot създаден в SOAR за Quake II. Все пак, това е направено (успешно) като академичен проект, но Soaker Quakebot не е включен в по-късните комерсиални версии на Quake. Това отчасти се обяснява с факта, че Quake като повечето видеоигри не изисква по-сложно поведение, отколкото това на героите от филми с актьори като Силвестър Сталоун или Арнолд Шварценегер. Не е необходимо много интелигентност, за да се подражава на това поведение. Ако обаче искаме да прескочим от игрите със стрелба и бойни действия към игри, в които множество герои взаимодействат по естествен начин в продължителни

периоди или сериозни игри, които обучават хора да водят екипи в стресови ситуации, например, то това от което се нуждаем е по-достоверно когнитивно поведение на героите. Един от проблемите, посочени в [3], е провеждането на правдоподобна и естествена комуникация между героите. Това може да се направи, като им се даде допълнителна информация, която не е достъпна за нормалните играчи. Също така използването на специални характеристики на средата, могат да осигурят илюзията, че героите си сътрудничат, докато те просто реагират на същата контекстна реплика. Тези функции, например, са използван във F.E.A.R., за да се създаде реалистичен външен вид. Въпреки това, този трик може да се използва добре, само в ограничени среди, където всичко е предварително програмирано.

Колкото по-сложни са игрите и колкото по-сложни са взаимодействията между героите по време на играта, толкова по-трудно е да бъдат проектирани тези герои без използването на специализирани инструменти, насочени към внедряване на интелигентни агенти по модулен начин. Ние се стремим към герои, които са програмирани с помощта на технология, която всъщност включва размисъл за действия и сътрудничество, а не симулиран интелект чрез хитри трикове. Технологиите, използвани в интелигентните агенти, съвсем не съвпадат с тези, използвани в игрите. Разработените агенти едва ли са се притеснявали за проблеми с ефективността. Повечето приложения не са в реално време или се развиват в големи времеви скали. Освен това агентната технология обикновено приема разпределен контрол и определено ниво на автономност на агентите. Това е в ярък контраст с игровата технологията, в която двигателят на играта управлява приложението и се използват стриктни ограничения във времето, за да се направи изображението естествено и ефективно.

2. ПРЕГЛЕД НА ОБЛАСТТА

В тази секция ние обсъждаме няколко подхода към интегрирането на агенти в игровите двигатели. Много игри вече рекламират използването на AI; обаче, определението за "агент" се различава в сред разработчиците на игри и изследователите на ИИ. В следващата подраздел ще обсъдим видове агенти и различните начини, по които те са свързани с двигателите на игри.

2.1 Софтуерни агенти

В общността на разработчиците на игри, терминът софтуерни агенти обикновено се отнася до някакъв характер или единица в играта. Обаче, в областта на изследването на агенти се използват много дефиниции на софтуерни агенти, което може да доведе до объркване, когато терминът се използва от различни общности. (За някои опити за достигане до обща дефиниция и характеризирание на агенти виж [7]). Въпреки това има някои характеристики на агенти, които са общоприети в общността, към които ние също ще се придържаме. Софтуерните агенти трябва да бъдат автономни, активни, реактивни и социално способни. В този документ ние приемаме следното, по-конкретно, определение на софтуерен агент: софтуерен агент е софтуер, който има свои собствени цели (проактивност) и ще се опита да ги постигне без намеса на потребител или друга програма (автономност), усещайки средата и реагира на възможни промени в нея (реактивност). Освен това, агентите в многоагентна система (МАС) не са централно контролирани, изпълняват асинхронни функции и трябва да могат да комуникират помежду си, с потребителя и с околната среда. Софтуерните агенти могат да бъдат способни да се научат и адаптират.

Горното определение споменава общоприетите характеристики на агентите, но, разбира се, все още е доста неясно. Въпреки това, то дава индикация за това, на какъв вид характеристики обикновено се очаква от агентите да отговарят. Без да влизаме в пълна класификация на агентите, искаме да споменем няколко типа софтуерни агенти, които вече се използват в контекста на игрите. Най-важни са виртуалните агенти или достоверните герои. Те са особено полезни за потребителски интерфейси и като такива акцентът е върху естественото взаимодействие на персонажите с хора, вижте [8, 9] за примери на тези видове агенти. Целите на тези видове агенти са зададени неявно в начина, по който правилата, с които те реагират на околната среда, се моделират и подреждат така, че да отразят факта, че агентите имат цел. Тъй като тези типове агенти обикновено имат само една цел (нещо като подпомагане на потребителя да разбере или използва системата), това ще работи добре. Този подход обаче не е успешен, когато героят има по-сложни цели или няколко цели, които се конкурират. Това се случва когато повече от един виртуален агент присъства едновременно и те

трябва да си сътрудничат, което обикновено се избягва при този вид приложения.

Много изследвания в областта на използването на множество агенти с (относително) просто поведение се извършват чрез социалната симулация (базирана на агент) (виж например [10]). Тези агентни системи се фокусират върху възникващото поведение на системата в резултат на взаимодействието на агентите съгласно прости правила. Пример за използване на множество агенти в симулационна среда за трениране е [11]. В тази работа агентите представляват лица или групи, които взаимодействат във виртуално село, регион или държава. Целта им е да проучат как поведението на групите влияе върху поведението на други групи или индивиди. При тези симулации агентите не са наистина автономни. Те реагират на околната среда чрез относително прости правила. По-важното е, че не планират, а само изпълняват действия един с един. Планирането може да бъде симулирано чрез манипулиране на околната среда по такъв начин, че последователностите от действия да бъдат принудени след първото действие. Трудно е обаче да се планират дългосрочни цели в тези агенти.

В изследването на MAC, отправната точка е, че всеки агент представлява гледна точка или участник със собствена цел. Следователно, обикновено всеки агент се движи в собствената си нишка, така че да може да бъде автономен. Също така, агентите обикновено съдържат някакъв механизъм, за да обсъждат какви действия трябва да предприемат, за да достигнат до собствените си цели. Взаимодействията между агентите се появяват от факта, че целите на агентите не са независими и по този начин агентите се нуждаят един от друг, за да ги постигнат. Следователно, дизайнът на взаимодействията на агентите е моделиран по такъв начин, че постигането на целите на всички агенти е от първостепенно значение. Това се илюстрира от броя на изследванията, свързани с теорията на игрите, отчетени на конференции свързани с MAC [12]. При MAC комуникационните съоръжения играят решаваща роля. Тъй като не всички взаимодействия са предварително програмирани, е необходима висока степен на гъвкавост за обработка на комуникацията. Де факто стандартният език за комуникация е FIPA ACL [13], който се основава на теорията на речевите действия и може да бъде използван за предаване на информация, но също така и за искане или поръчване на действия. MAC платформите поддържат комуникацията чрез предоставяне на адреси на всички агенти, предаване на съобщения в правилния ред и т.н.

Добрите примери за приложения на MAC са логистични и виртуални организации. В тези бизнес приложения ползите от представянето на заинтересованите страни от собствен агент, който преследва зададени цели, докато взаимодейства с другите страни (кооперативно или конкурентно), стават очевидни. Този вид MAC е насочена към интеграцията с игрите. Приемането на този тип MAC като изходна точка осигурява средство за проектиране на всеки виртуален герой със собствена цел, който

същевременно може да взаимодейства с други персонажи, за да постигне целта си.

Също така в MAC съществуват няколко вида агенти. Например, интелигентните агенти, които ще използват някаква форма на логика, за да изпълнят своето обсъждане. Това означава, че те могат да разсъждават за собствените си цели и планове, да проверят кой е най-добрият план за постигане на целта им, като се има предвид сегашното състояние на света, и да променят плана, когато се промени ситуацията. Най-известният тип интелигентни агенти е т.нар. Агент на BDI [14], които са определени (и понякога изпълнявани [15, 16]) по отношение на вярванията, желанията и намеренията на агента. Агентите на BDI изглеждат естествено продължение на работата, започната от използването на целенасочено планиране на действията в игрите, тъй като те също така изрично използват целите и планирането. Те обаче включват и техники за ефективно използване на комуникационните механизми и други механизми за взаимодействие при обсъждането на действията им. Някои платформи, които са по-склонни към използването на агенти за когнитивна симулация са SOAR [17] и ACT-R [18].

2.2 Свързване на игри и агенти

Текущата работа по комбинирането на системите на агенти, като описаните по-горе и средата на игра, или използва подход от сървъра или от страна на клиента. Подходът на сървъра може да се каже, че е традиционният подход, използван в дизайна на игрите. В сървърните подходи процесът на вземане на решения от агентите обикновено е напълно интегриран в играта, което води до агенти, които трябва да го направят взема решения в рамките на една стъпка от играта. Като такива, подходите на сървъра не са използвали наличните агентни системи. Примери за този подход са Quake III [23], Never Winter Wills [24], F.E.A.R. [25] и Бос войни [12]. Обратно, агентите в подходите на клиента са отделни приложения, използващи мрежовата информация, която обикновено се изпраща в клиентска игра (идент на игра, която се свързва със сървър за световната информация, като тази, използвана от човека-плейър). Някои примери за този подход са Gamebot [26], свързващи се с Unreal Tournament 2003, Flexbot [27] свързващи агенти с полу-живот и Quakebots [28] в Quake II. Повечето от тези видове реализации се правят за изследователски цели.

Интелигентното човешко поведение в игрите тип стрелба от първо лице (first person shooter) е важно, защото в най-новите игри, агентите контролират единични аватари, точно както и хората. По този начин ботове трябва да бъдат достатъчно интелигентни, за да се представят по начин, наподобяващ аватар на играч-човек. При стратегически игри в реално време целият отбор се контролира от един агент. Членовете на екипа просто изпълняват основните инструкции, получени от този контрол на най-високо ниво. В тази настройка акцентът е повече върху качеството на стратегията и печеленето

на играта, отколкото върху това дали стратегията наподобява тази на човешките играчи. И накрая, темпото на игрите със стрелба от първо лице е по-високо, отколкото в повечето други жанрови игри, което налага по-бързо вземане на решения и използване на евристика. За някои игри се твърди, че се използват по-сложни технологии за агенти, но това е трудно да се провери, защото повечето игри не са с отворен код. Повечето игри също нямат публикации от създателите, а публикации от трети страни често са неточни.

3. АРХИТЕКТУРИ НА АГЕНТИ

Тази глава има за цел да въведе определението на интелигентен агент и да обясни няколко прости типа агенти. В края на главата са обяснени и показани хибридни архитектури между двата типа агенти.

3.1 Чисто реактивни агенти

Чисто реактивните агенти са агенти, които избират действията си без никаква връзка към предишната възприета от тях информация (миналото). Този тип агенти избират действията си въз основа на актуалната информация (настоящето). Те не правят нищо друго, освен просто да отговарят директно на средата, в която съществуват. Така с други думи, те обхождат всички данни за възприятието и реагират, ако има нужда. Един чисто реактивен агент може да бъде представен абстрактно следващата функция:

$$Ag: E \rightarrow Ac$$

3.2 Агенти, отчитащи ползата (Utility-based)

Агент, от този тип има няколко налични сценария. Всеки сценарий съдържа набор от действия, за да изпълни определена цел. Агента прави цифрова оценка на това колко е добро дадено действие от сценариите спрямо текущото възприятие на околната среда. Агентът съдържа функция, която изчислява полезността на възможните действия въз основа на данните от околната среда. Тази полезна функция, както може да бъде наречена, се представя абстрактно, по следния начин:

$$u: R \rightarrow R$$

Агентът изпълнява действието с най-висока оценка. Това гарантира, че той се опитва да максимизира своето представяне.

3.3 Целеви агенти

Агентите базирани на цели, са агенти, които правят план за действие, за да изпълнят задачата си. Този избор на действия често е сложен и се използват методи за търсене и планиране. Плановете се правят предвид целта и възприятията. Проверяват се знанията на агента, за да се валидира дали целта е изпълнена, ако е така, тогава няма да бъде генериран план. В планирането, свързано с избора на действия, може да бъде включва история на възприятията, за да се избере най-подходящият такъв.

3.4 BDI агенти

BDI агентите са пример за рационални агенти. Архитектурата на BDI е вдъхновена от модела на човешкото практическо мислене "Вяра-желание-намерение" (Belief-Desire-Intention), разработен от Майкъл Братман в [19]. Моделът на Братман, е начин да обясни човешките практически разсъждения. BDI агентите се разработват с вярвания, желания и намерения.

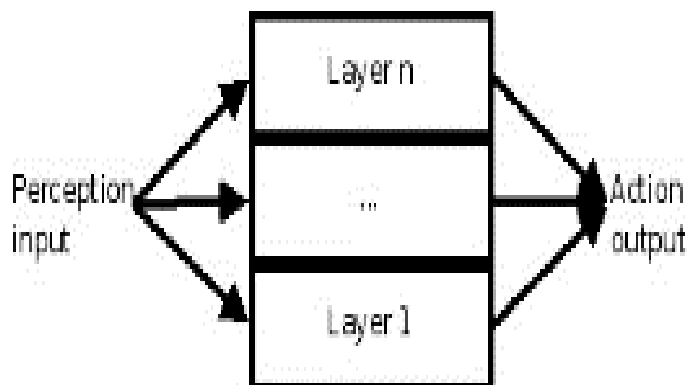
Вярванията представляват това, в което агентът вярва за околната среда и за себе си. Новите вярвания се генерират от възприеманите данни и стари вярвания. Убеждение, че един агент може да греши и че може да се поправи в бъдеще.

Желанията представляват мотивите на агента. Тези желания са по-скоро това, което агентът иска да постигне, а не самоцел. Използвайки термина "цел", добавяме ограничение, тъй като наборът от цели трябва да бъде консистентен [20]. Под консистентен начин се има предвид, че агентът не трябва да има противоречиви цели като, например да излезе навън и да си остане въщи.

Намеренията представляват действията, които агентът е избрал да направи и с които се е ангажирал да изпълни. Намеренията се избират от агента въз основа на предварително разработени сценарии.

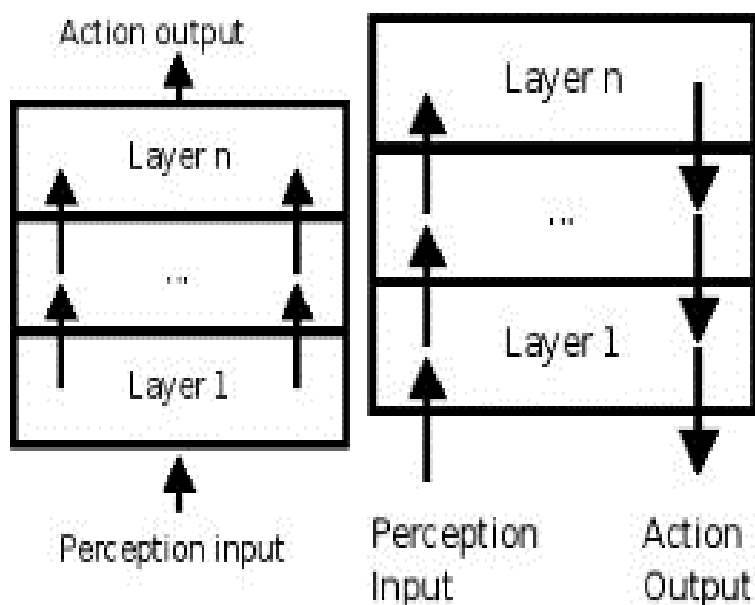
3.5 Хибридни архитектури

За да бъде агентът способен както за реактивно, така и за проактивно поведение, е нужно въвеждането на йерархия на взаимодействиящите слоеве на подсистемата. Това са най-малко два слоя в хибридната архитектура, единият трябва да управлява реактивно поведение, а другият с проактивно поведение. Хоризонталното наслявяване е архитектура, при която всички слоеве са свързани с входа за възприятие и изхода за действие. Фигура 1 показва абстрактен преглед на хоризонталното наслявяване. Хоризонталната архитектура най-често се нуждае от контролна функция, която решава кой от слоя има "контрол" над агента в определен период от време. Тази контролна функция може да се счита за пречка при вземането на решение от страна на агента.



Фиг. 1 Хоризонтално насляване

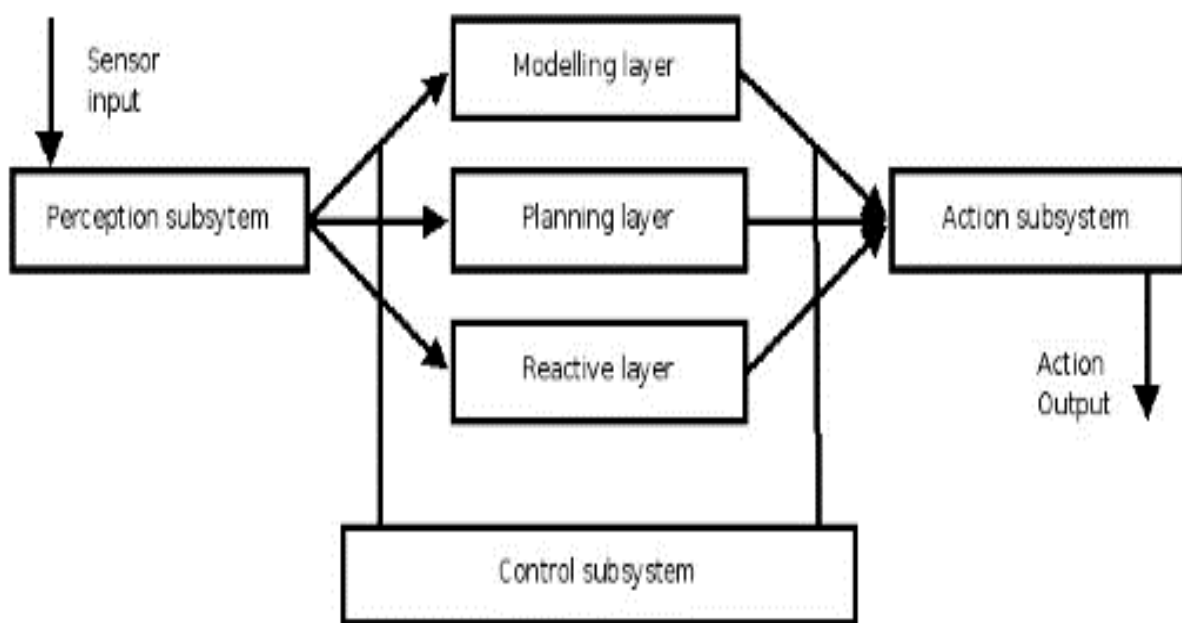
Вертикалното насляване е слоеста архитектура, където поне един слой се занимава със сензорния вход и изхода за действие. Има два вида вертикални архитектури. Едната е архитектура с едно преминаване, а другата е архитектура с две преминавания. Еднопосочната архитектура е вертикална слоеста архитектура, при която контролът и информацията протичат последователно през всеки слой, докато крайният слой генерира изход за действие. Абстрактен преглед на тази архитектура е илюстриран в лявата част на фиг. 2. Двупосочната архитектура е вертикална архитектура, при която информацията се разпространява нагоре по слоевете и контролът се движи надолу. В дясната част на фигура 2 е илюстриран абстрактният преглед на двупътната архитектура.



Фиг. 2 Вертикално насляване. Отляво: Контрол с едно преминаване.
Отдясно: Контрол с две преминавания

3.5.1 Машина на Тюринг

Архитектурата тип машина на Тюринг се състои от три слоя, които непрекъснато произвеждат предложения за действия, които агентът да изпълнява. Тази архитектура е хоризонтална слоева архитектура с контролна подсистема, която отговаря за това кой от слоевете трябва да има контрол над агента във всеки един момент. Контролната подсистема се изпълнява като набор от правила за управление, които спират информация от датчик към контролните слоеве, или да забранят действия предложени от контролния слой. Фиг. 3 дава абстрактен преглед на архитектурата.



Фиг. 3. Машина на Тюринг

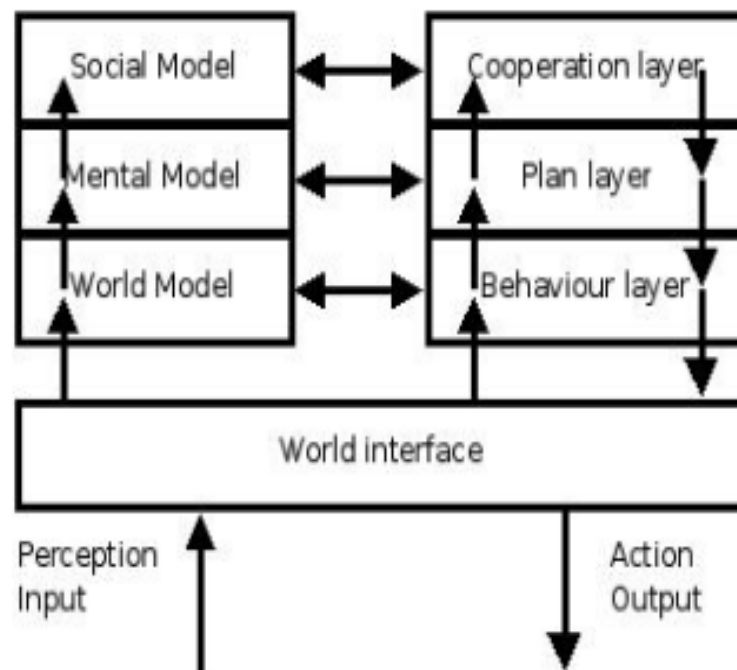
Реактивният слой в архитектурата осигурява способността ѝ да реагира незабавно на промените или събитията в околната среда. Този слой свързва възприятие прочетено на входа към желаното действие, точно като чисто реактивен агент. Планиращият слой в архитектурата осигурява архитектурата с проактивно поведение. Планиращият слой не създава планове от нулата, а използва набор от шаблонни планове, наречени схеми. За да постигне целта, планировъчният слой търси в съществуващите схеми, действие което да съответства на тази конкретна цел.

Моделиращият слой осигурява представяния на различните обекти в околната среда. Той генерира цели, които преминават към планиращия слой за да бъдат решени. Тези цели се генерират чрез представяния в рамките на слоя за моделиране, за да може агентът да избегне конфликти с други агенти.

3.5.2 InterRRaP

InteRRaP архитектурата (фиг. 4) е вертикално наслоена двупосочна архитектура, която съдържа три слоя. Долният слой е поведенческият слой, който се занимава с реактивно поведение. Средният слой е слой за локално планиране, който отговаря за проактивното поведение и използва планирана за постигане на цели. Най-горният слой е отговорен за социалните взаимодействия на агента. Всички тези три слоя са свързани с база от знания, която представлява средата в различни нива на абстракция, които са подходящи за свързания слой.

Слоеве в InteRRaP взаимодействат помежду си чрез активиране отдолу-нагоре и отгоре-надолу за постигане на същия край. Използвайки активирането отдолу-нагоре, слоевете предават контрола на горния слой, само ако текущия слой не е в състояние да се справи с настоящата ситуация. Изпълнението отгоре-надолу се използва, за да може слой да използва наличните инструменти от долния слой, за да постигне своите цели. Така че ако долният реактивен слой може да се справи с текущата ситуация, то контролът се предава към него, ако не - то контролът се прехвърля към локалния планировъчен слой. Ако слой за локално планиране може да се справи със ситуацията, той използва изпълнение тип отгоре-надолу, за постигане на своите цели, ако не, тогава контролът се прехвърля към кооперативния слой, който отново използва отгоре-надолу изпълнение, за да се справи със ситуацията, ако и той не може да реши задачата, тогава ще се получи празно изпълнение отгоре-надолу.



Фиг. 4. InteRRaP

4. РАЗГОВОРНИ АГЕНТИ В ИГРИТЕ

С нарастващата стабилност на разговорните технологии, възможностите за интегриране на разговор и дискурс в електронното обучение получават все по-голямо внимание както в изследователската, така и в търговската сфера. Разговорните агенти са създадени, за да изпълняват широк спектър от приложения, включително обучение (напр. [21], [22], [23]), отговор на въпроси (напр. [24], [25], [26] (например [27], [28]), педагогически агенти и помощници в ученето (напр. [29], [30], [31], [32]) и диалози за насърчаване на рефлексите и мета-когнитивните умения (напр. [33], [34]). Разговорните агенти се основават на традиционните образователни системи, като осигуряват естествен и практичен интерфейс за обучаващия се. Те са способни да предлагат индивидуална помощ за всеки отделен индивид и да разпознават и развиват неговите силни страни, интереси и способности, за да стимулират ангажирани и независими ученици.

4.1 Разговорни агенти в електронното обучение

Дизайнът, внедряването и стратегиите на разговорните системи в електронното обучение варират в широки граници, отразявайки разнообразната природа на различните развиващи се разговорни технологии на агентите. Разговорите обикновено се осъществяват чрез текстови формуляри (например [22]), в които потребителите пишат или задават въпроси на дъска. Някои системи използват вградени разговорни агенти (напр. [21]), способни да показват емоции и жестове, а други използват по-прост аватар (например [34]). При някои системи (напр. [21]) се използва гласов изход, базиран на синтез тип текст към реч, което потвърждава, че системите базирани на реч са все по-приложими (например [35]).

Една от най-задълбочено разглежданите области свързана с използване на естествения език в електронното обучение е преподаването на уроци. Проектът AutoTutor [21] е забележителен пример за това, с възможността за предаване на уроци на различни теми, включително компютърна грамотност и физика. Тактиката на обучение, използвана от AutoTutor, помага на студентите чрез активното изграждане на знания и се основава на задълбочен анализ на уроци преподадени от учители. Технологиата зад системата включва използването на диалогов мениджър, учебни планове и латентен семантичен анализ. Тази система е демонстрира, че повишава оценките на обучаващите се с между .5-.6 единици, в сравнение с контролни условия за напредък на в ученето и запомнянето.

Друга система за обучението базирана на диалог е Ms. Lindquist [22], която е "учебна практика" за ученици по алгебра чрез метода "учене чрез правене" ("Learning by doing"), вместо да просто да предава изрични инструкции. Ранната работа със системата показва, че учениците, използващи Ms.

Lindquist, са имали по-малко проблеми и са се научили еднакво добре или по-добре от учениците, на които просто им е предаден отговорът. Резултатите също така показват, че диалогът е от полза за поддържането на мотивацията на студентите. Авторите заключават, че Ms. Lindquist е подход тип "по-малкото е повече" ("Less is More"), при който обучаващите се, се занимават с по-малко проблеми, но научават повече за него, когато са ангажирани с интелигентен диалог.

Последен пример за система с преподаване на естествен език е Geometry Explanation Tutor [23], където учениците обясняват със собствени думи отговорите на геометрични проблеми. Системата използва подход базиран на знанието, за да разпознае обясненията като правилни или частично верни и статистически текстов класификатор, в случай, че методът основан на знание не може да се справи. Проучванията на Geometry Explanation Tutor [16] установяват, че учениците, които обясняват в диалог, се да обясняват по-общо стъпките за решаване на проблеми (по отношение на теореми за геометрия и определения), отколкото тези, които са учили като обясняват чрез меню.

Втората основна група която идентифицираме, е тази на педагогическите агенти и помощниците в обучението. Помощници в обучението са симулирани знаци, които действат като спътник на ученика и играят не авторитарна роля в среда за социално учене [37]. По принцип, педагогическият агент трябва бъде авторитетен учител [17]. Тези агенти, които също могат да използват жестове, синтезирано говорене и емоционални лицеви изражения, са изследвани в области от подпомагане на децата да научат растителна биология [29] до медицинско образование [30] и военно обучение [38]. Изследването на ролите, които могат да се изпълняват от педагогически агент или помощник в обучението, разглеждат агентите като наставници, връстници, експерти или инструктори [31]. В някои системи ученикът трябва да преподава на агента [39] или да взаимодейства с агенти, или със съученици [12], дори и със създателите на проблеми, които имат за цел да провокират когнитивен дисонанс, за да накарат обучаващият се да се научи [30]. Изследователите също са проучили потребителските предпочитания за ниво на експертност на агентите. Изводите показват, че като цяло сходствата в компетентността между агент и обучаващият се имат положително въздействие върху постиженията им. Академично силните ученици показват по-висока увереност за решаване на задача, след като са работили с агент с висока компетентност, докато академично слабите ученици показват по-висока самостоятелна ефикасност след работа с агент с ниска компетентност [31].

Друго изследване разглежда разговорни агенти за въпроси и отговори. Например, TutorBot [24] симулира дидактичен учител и позволява на потребителя да извлича информация от източник на знания, като използва естествен език в схема за въпроси/отговори. Други системи за отговаряне на въпроси включват ученическа дискуссионна група [25], в която разговорният

агент събира корпус, за да извлече отговор, основаващ се на косинусова прилика между заявката и пасажите от корпус. Проектът Intelligent Verilog Compiler [26] поддържа задаване на въпроси на английски език, които питат същата онтология, която се използва за осигуряване на помощните текстове в системата. Този стил на запитване е най-разпространеният метод за отговаряне в комерсиалните приложения, където се използват разговорни агенти за извличане на информация (виж [42] за примери).

Системи с разговорни агенти са разработвани, за да предлагат разговорна практика на обучаващи се. Jia [43] установява, че потребителите са недоволни от отговорите, предоставени от основното изпълнение на ALICEbot¹⁶ и механизмът за съвпадение на шаблони се счита за недостатъчен за използване в практическа среда за изучаване на чужди езици. За разлика от ALICEbot, Jabberwacky¹⁷ [47] използва много различна технология, която се учи от всички предишни разговори. Тази техника се препоръчва за практическо езиково обучение; Fryer и Carpenter отбелязват, че агентите са склонни да повтарят един и същ материал толкова често, колкото изискват учениците. Те също така твърдят, че учениците имат възможност да се упражняват с разнообразни езикови структури и речници (например, трудни или рядко използвани думи), които в противен случай биха имали малък шанс да използват [27]. Чат-ботове тренирани върху корпус са предлагани за разговорна практика в конкретни домейни [28]. Това може да бъде ограничение за системата, тъй като тя може да "говори" само за домейна на обучителния корпус, но методът може да бъде използван като инструмент за езици, които са непознати на разработчиците или при липса на съществуващи инструменти в корпуса [28]. Чат-ботовете също така могат да бъдат подсилени със съдържание, което не се намира в корпуса.

И накрая, отбелязваме използването на диалога като стимул за размисъл. Grigoriadou et al. [33] описват система, в която обучаващият се чете текст за историческо събитие, преди да изрази позицията си относно значението на проблема и обосновката на това си мнение. Отговорите са класифицирани като научни, почти научни или не-научни, а генераторът на диалога създава "подходяща рефлексивна диагностика и учебен диалог за обучаемия". CALMsystem [34] насърчава обучението от различен вид. Потребителите отговарят на въпроси, свързани с домейна, и заявяват своята увереност в способността им да отговарят правилно. Системата извежда ниво на знания на студентите въз основа на отговорите им и насърчава обучаемия да се ангажира в диалог, за да обмисли своята самооценка и всякакви разлики между своето вярване и това на системата за своето ниво на знание. Проучванията показват, че този диалог подобрява точността на самооценката значително повече от размисъл, основаващ се само на визуална проверка на системата и убежденията на учащите [44].

¹⁶ www.alicebot.org

¹⁷ www.jabberwacky.com

4.2 Въпроси пред разработчиците на разговорни игри

Има широк спектър от проблеми и предизвикателства, пред които са изправени разработчиците и изследователите на разговорни агенти в системите за електронно обучение. Раздел 5.1 разглежда самия процес на разговор, повдигайки въпросите за обхвата, контрола и структурата на агента. Раздел 5.2 разглежда избрани технически въпроси, свързани с внедряването на разговорната технология, което може да има далеч по-значителни последствия върху архитектурата на системата.

4.2.1 Разговорен процес - обхват, контрол и структура

Какво ще каже разговорният агент; какъв е неговият обхват?

Обхватът има значителни последствия за дизайна на системата. Въпреки че разговорните агенти демонстрират ползи при електронно обучение, трябва да се определи каква ще бъде тяхната роля (дали е партньор, инструктор, мотиватор, критик?), както и за нивото на техните познания. Също така, трябва да се установи какво ще предоставя разговорният агент - уроци, дискусии, преговори, представяне на информация, отговори на помощни въпроси, другарство или друго? Това определяне на целите на агента влияе и на другите решения свързани с неговия дизайн, включително:

Кой контролира посоката взаимодействие - потребителят или разговорният агент? Този въпрос е свързан с разговорните взаимодействия, включително инициативата на разговора (могат ли потребителят и разговорният агент да предлагат теми за разговор?) и посоката на информационния поток (дали системата презентира съдържание независимо от потребителския вход или той оказва влияние върху изхода на разговорния агент?). Например, система проектирана като интерфейс на система за често задавани въпроси (FAQ), може да бъде до голяма степен просто представяне на информация (въз основа на заявките на потребителите), докато дизайн, който позволява по-голяма активност на потребителите, ще бъде по-сложен, за да се гарантира, че тези входи може да бъдат разглеждани по подходящ начин. Проактивността на агент може също да наложи достъп до данни на външни системи, което трябва да бъде включено в изказванията на разговорния агент. Ако разговорният агент трябва да бъде активен при инициерирането на разговор, това може да се наложи да бъде ограничено до определени обстоятелства, например когато потребителят не е зает другаде в системата.

Какви свободи имат потребителите чрез интерфейса; какво трябва да предотвратите? В случая на модела на обучаемия, намерението е, че отговорите на потребителите могат да доведат до промяна на данните, съхранявани в модела на обучаемия. В случай на система за често задавани въпроси, бихте очаквали, че потребителският вход не трябва да влияе нито на базата от знания за разговорите на системата, нито на външната структура

на често задаваните въпроси. По-сложен е случаят при който потребителят може да прави промени по състоянието на системата.

Трябва ли да структурирате пътеки, които обучаващите се да следват? Това се отнася до целта на системата. Очаква ли се потребителите да се съсредоточат върху определена задача (и може би да бъдат предпазвани от разсейване) или се очаква да разгледат тематиката в широчина? При много фокусирана задача може да се наложи да се направят стриктни указания за потребителите, например чрез използване на модални диалогови кутии или ограничени възможности за избор на няколко варианта. Някои системи се стремят да дават възможност на обучаемия да развие социално взаимодействие с разговорния агент и по тази причина да позволяват чат извън темата.

Какво ще кажат потребителите? Този въпрос се отнася до извличането на знания, което може да се изисква в началото на разработването, веднага след определянето на обхвата на разговорния агент. За да могат диалоговите системи да се справят с неочаквани входни данни, разбирането на какви са валидните за тях данни е от ключово значение. Оценка за вероятното валидно съдържание могат да бъдат предоставени чрез техники като проучвания от тип "Магьосникът от Оз" ("Wizard-of-Oz") (където човек "магьосник" симулира част от поведението на окончателната система), анализ на съществуващи набори от често задавани въпроси и помощни файлове или ранно прототипиране с тестови потребители.

Как да се справим елегантно с неочакваните отговори? Всички естествени езикови системи в даден момент се сблъскват с неочакван вход или с потребител, който използва неподходящ език, или допуска правописни/граматически грешки. Определено количество толерантност към грешките може да бъде постигнато чрез прости техники, като проверка на правописа, но е необходима стратегия, за да се гарантира, че потребителите получават подходящи отговори, дори ако техният принос не е бил напълно анализиран. За да реши този проблем, системата може да поиска от потребителя да коригира или да въведе отново съобщението, като евентуално му покаже коя част от него е била разбираема и да поиска от потребителя да преформулира неразпознатия елемент. [46] използва по-сложно решение, което изисква от потребителя да даде определение за неизвестните за агента концепции, преди да ги добави към базата си от знания и да пресметне тяхната семантична връзка със съществуващите концепции. Повечето системи използващи тези техники, поддържат и прост механизъм тип "предпазна мрежа" за корекция на грешки, които не са обработени от другите по-сложни механизми. Това се опитва да гарантира, че разговорът между агентът и потребителят ще продължи.

Как да се справим със синонимните изрази? В система със свободни разговори, очаквано могат да се подават всякакви входни данни. Дори когато отговорите и въпросите са предварително въведени те могат да бъдат

изразени/разбрани по различни начини. Опростеното търсене по шаблон е малко вероятно да бъде стабилна разговорна система, тъй като то може да доведе слабо разпознаване по фрази, въпреки че системата се справя успешно със синоними. Последното изречение може да бъде преформулирано, за да покрие другата крайност (системата да работи добре с фрази, но да не разпознава синоними), което е еквивалентно проблемно и трябва да се отчете при дизайна на системата. В допълнение към синонимите може да се наложи включването на съкращения, интернет или текстови жаргони изрази; използването на този език в интернет чат може да повлияе на стила, използван от обучаемите в сценарий за разговорно обучение.

4.2.2 Технически проблеми – имплементация

Какъв подход към разбирането на естествения език трябва да приемете? Има редица техники за разбиране на естествен език (РЕЕ), които могат да се приложат при разработването на разговорни агенти. Те могат да бъдат категоризирани в две основни групи: съвпадение на думи/фрази и техники базирани на статистически модели. Технологиите за съвпадение на думи/фрази, се опитват да намерят съответствие на потребителския вход на база на конкретни думи или фрази. Практическите системи, като например базирани на AIML¹⁸, предлагат възможност за кодиране на синоними, за да се осигури гъвкавост в очакваните отговори. По-способните системи (включително Lingubot) предлагат мощни макро способности, които позволяват разпознаване на входа въз основа на произволно сложни изразителни структури, както и съставните думи и синоними. Предизвикателството да се създаде широк и богат набор от знания, които да се справят с потенциалния обхват на потребителските входове (и очакваните правописни грешки), не бива да се подценява. Например в CALMsystem, знанието за "вяра" включва над 100 алтернативни думи и фрази. Тази задача се опростява до известна степен чрез използването на предварително дефинирани списъци с думи, налични в някои пакети, но дори и в този случай думите трябва да бъдат проверени и променени, за да се отчете специализираното използване на езика в съответната област. Статистическите методи за РЕЕ обикновено разчитат на анализ на честотата на думите и асоциациите в широк корпус от подходящи текстове. Латентният семантичен анализ (който се използва например в AutoTutor [21]) е типичен пример за този вид подход и може да предостави оценка на приликата между текстови фрагменти. Това на свой ред позволява на потребителския вход да се съчетае с очаквания вход, за да се генерират подходящи отговори. Такива техники могат да бъдат много силни, но тяхното разработване и прилагане е по-сложно от типичния подход, основаващ се на съвпадение на думи.

Как да се избере подходящ софтуер за прилагане на избраният подход за РЕЕ? След като е избран подход за РЕЕ, трябва да се направи

¹⁸ www.alicebot.org

допълнително решение относно софтуера, който ще се използва. За подходите, базирани на думи, са налице решения с отворен код и търговски решения. Един интересен пример за софтуер за разпознаване на естествен език с отворен код е семейството от системи ALICEbot. ALICEbot може да се използва чрез редица програмни езици, защото се базира на AIML (съвместим с XML език за програмиране на отговори и признания). AIML включва разширения, позволяващи на софтуера прави извиквания към други системи, разширявайки възможностите на системата извън рамките на лесното разпознаване и реагиране и позволявайки по-сложно поведение, включително запитване към бази данни или допълнителни форми на езикова обработка. Търговските агенти с естествен език (като Lingubot) предлагат на разработчика предварително разработен набор от инструменти за РЕЕ и обикновено осигуряват по-широк набор от средства (като например създаване на лог файлове¹⁹ и анализ на разговори), както и поддръжка на продуктите. Като алтернатива на тези решения разработчиците могат да създадат и собствените системи.

Колко тестове ще се изискват? Разговорните интерфейси често изискват много цикли на тестване и разработка, преди да могат да се считат за достатъчно зрели за неконтролирано използване [49]. Търговските системи често преминават над две хиляди разговора, включително, свързаните с тях актуализации и корекции, преди да достигнат напълно оперативно състояние. Това изпитване може да има значителен ефект върху графика на проектите.

¹⁹ т.нар „журнални файлове“

5. ВЪЗМОЖНИ ИМПЛЕМЕНТАЦИИ НА РАЗГОВОРНИ АГЕНТИ

5.1 Ботове, базирани на правила

ELIZA [50] е най-важната диалогова система в историята на разговорните агенти, затова отделяме време тук, за да опише подробно алгоритъма. ELIZA е предназначена да симулира рожерски психолог, базиран на клон от клинична психология, чиито методи включват извличане на пациента, като отразяват изявленията на пациента обратно към тях. Рожерската психология е рядко срещаният тип разговор, в който както посочва Weizenbaum [50], човек може да "приеме позицията, в която не знае почти нищо от реалния свят". Ако пациентът каже "Отидох на дълъг път с лодка" и психиатърът казва "Разкажи ми за лодките", не предполагате, че не знае какво е абонатът, а предполага, че има някаква разговорна цел. Повечето чатботове, опитващи се да преминат Тюринг тест, изберат домейн с подобни свойства.

Нека да разгледаме най-известния разговор на ELIZA, извадка (част от материала е изтрит и заменен с ...) от пълно взаимодействие, дадено в оригиналната статия:

Men are all alike.
IN WHAT WAY
They're always bugging us about something or other.
CAN YOU THINK OF A SPECIFIC EXAMPLE
Well my boyfriend made me come here.
YOUR BOYFRIEND MADE YOU COME HERE
He says I'm depressed much of the time.
I AM SORRY TO HEAR YOU ARE DEPRESSED
..
..
WHO ELSE IN YOUR FAMILY TAKES CARE OF YOU?
My father
YOUR FATHER
You are like my father in some ways.
WHAT RESEMBLANCE DO YOU SEE
You are not very aggressive but I think you don't want me to notice that.
WHAT MAKES YOU THINK I AM NOT AGGRESSIVE
You don't argue with me.
WHY DO YOU THINK I DON'T ARGUE WITH YOU
You are afraid of me.
DOES IT PLEASE YOU TO BELIEVE I'M AFRAID OF YOU
My father is afraid of everybody.
WHAT ELSE COMES TO MIND WHEN YOU THINK OF YOUR FATHER
Bullies.

DOES THAT HAVE ANYTHING TO DO WITH THE FACT THAT YOUR BOYFRIEND MADE YOU
COME HERE

ELIZA работи чрез шаблонни/трансформиращи правила от типа:

(0 YOU 0 ME) [pattern]
->
(WHAT MAKES YOU THINK I 3 YOU) [transform]

В шаблоните на ELIZA 0 означава звезда на Клини, а в трансформиращите правила - числата са индексът на съставната част в шаблона. По този начин номер 3 се отнася до втората 0 в първия шаблон. Това правило ще се трансформира: Ти ме мразиш → КАКВО ТЕ КАРА ДА СИ МИСЛИШ, ЧЕ ТЕ МРАЗЯ.

Всеки ELIZA шаблон или правило е свързано с ключова дума, която може да се появи в потребителско изречение. Алгоритъмът е показан на Фиг. 5.

```
function ELIZA GENERATOR(user sentence) returns response

Find the word w in sentence that has the highest keyword rank
if w exists
    Choose the highest ranked rule r for w that matches sentence
    response ← Apply the transform in r to sentence
    if w = 'my'
        future ← Apply a transformation from the 'memory' rule list to sentence
        Push future onto memory stack
    else (no keyword applies)
        either
            response ← Apply the transform for the NONE keyword to sentence
        or
            response ← Pop the top response from the memory stack
return(response)
```

Фиг. 5. Опростена скица на алгоритъма на ELIZA. Силата на алгоритъма е базирана на конкретните трансформации, свързани с всяка ключова дума.

Ключовите думи са свързани с ранг, като конкретните думи са по-високо класирани и по-общите думи - по-ниско. Нека разгледаме следното потребителско изречение: "Знам, че всички са ми се смяли". Заради присъствието на думата "аз" изречението може да се свърже със следното правилно, чията ключова дума е аз: (Аз *) -> (Ти казваш ти 2), превръщайки го в: "КАЗВАШ, ЧЕ ЗНАЕШ, ЧЕ ВСИЧКИ СА ТИ СЕ СМЯЛИ".

Weizenbaum отбелязва, че "Аз" е много обща дума и нейните ключови думи водят до много общи отговори. Вместо това ключовата дума "всички" е много по-интересно, тъй като някой който употребява универсали думи като всички или винаги, вероятно "се позовава на доста специфично събитие или лице". Следователно, ELIZA предпочита да реагира с шаблона, свързан с по-специфичната ключова дума в случая everybody (осъществено чрез задаване на ранк 5 на думата "всички" ранг 5 и ранк 0 на "аз" в лексикона), чието правило по този начин превръща изречението в: ЗА КОГО ПО-КОНКРЕТНО СИ МИСЛИШ?

Ако няма съвпадение на ключова дума, ELIZA избира общ отговор като е "МОЛЯ, ПРОДЪЛЖИ", "ТОВА Е МНОГО ИНТЕРЕСНО" или "РАЗБИРАМ".

И накрая, ELIZA използва хитър трик за памет. Когато думата "мой" ("my") е най-високо класифицираната ключова дума, ELIZA ще избере на случаен принцип трансформация от списъка MEMORY, ще я приложи към изречението, като я съхранява в стека:

(MEMORY MY
(0 MY 0 = LETS DISCUSS FURTHER WHY YOUR 3)
(0 MY 0 = EARLIER YOU SAID YOUR 3)
(0 MY 0 = DOES THAT HAVE ANYTHING TO DO WITH THE FACT THAT YOUR 3

По-късно, ако нито една от ключовите думи не съвпада с изречение, ELIZA ще върне горната част на паметта MEMORY вместо това.

Хората станаха дълбоко емоционално ангажирани с програмата. Weizenbaum разказва историята на един от неговите служители, който бил помолил Weizenbaum да напусне стаята, когато разговаря с ELIZA. Когато Weizenbaum намекнал, че може да поиска да съхрани всички разговори на ELIZA за по-късен анализ, хората незабавно посочили последиците от неприкосновеността на личния живот, което предполага доста лични разговори с ELIZA, въпреки че те са знаели, че това е просто софтуер.

Фреймуърка на ELIZA се използва и до днес; съвременни системи за чат-ботове като ALICE се основават на актуализирани версии на архитектурата на модела за действие на ELIZA.

Няколко години след ELIZA, друга група с клинична психологическа насоченост (PARRY [51]) е използвала бот за изследване на шизофрения. В допълнение към ELIZA-подобни регулярни изрази, системата PARRY включва модел на собственото си психическо състояние, променливи, които отчитат афекта, нивата на страха и гнева на агента; някои теми на разговор може да подтикнат PARRY да бъде по-ядосан или недоверчив. Ако променливата на гнева на PARRY е висока, той ще избере от набор от "враждебни" изходи. Ако входът споменава неговата заблуда, той ще увеличи стойността на променливата си страх и след това ще започне да използва поредицата от изречения, свързани с неговата заблуда. PARRY е първата известна система,

която преминава теста на Тюринг (през 1972); психиатрите не могат да разграничат записите на интервюта с PARRY от интервюта с истински пациенти с параноя [51].

5.2 Ботове, базирани на корпус

Чат-ботовете базирани на корпус, вместо да използват ръчно изработени правила, обработват разговори между хора или понякога човешки отговори от разговори между човека и машина. Serban et al. (2017) [52] обобщава някои от тези налични корпуси, като например разговори в чат платформи, Twitter или филмови диалози, които са налични в големи количества и се оказва, че приличат на естествени разговори [53]. Отговорите на чатбота, дори могат да бъдат извлечени от изречения в корпуси с не-диалогов текст.

Има два вида корпус-базирани ботове:

- системи, базирани на извличане на информация, и
- системи, базирани на контролирано машинно обучение, базирано на трансдукция на последователности.

Подобно на ботовете базирани на правила (но за разлика от рамковите диалогови системи), повечето чат-ботове използващи корпус правят много малко моделиране на разговорния контекст. Вместо това се съсредоточат върху генерирането на подходящ единичен отговор, като се използва само предишно изречение на потребителя. По тази причина те често се наричат системи за генериране на отговор. В този аспект чат-ботовете базирани на корпус, имат известно сходство със системите за отговаряне на въпроси, които се фокусират върху единични отговори като пренебрегват контекста или по-големите разговорни цели.

5.2.1 Системи, базирани на извличане на информация

Принципът, на който се основават чат-ботовете с извличане на информация е да се отговори на потребителския ред X , като се повтори някакъв подходящ ред Y от корпус от естествен (човешки) текст. Разликите в тези системи се крият в това, как те избират корпуса и как решават кой е човешки ред е подходящ за копиране.

Стандартен избор на корпус е да се съберат човешки разговори в бази данни. Те могат да идват от микроблогинг платформи като Twitter или Sina Weibo. Друг подход е да се използва корпус съставен от филмови диалози. След като ботът е пуснат в експлоатация, човешките отговори, които той получава по време на диалог, могат да бъдат използвани като допълнителни данни при тренирането.

Предвид корпуса и изречението на потребителите, базираните на извличане на информация (ИИ) системи могат да използват всякакъв

алгоритъм за извличане, за да изберат подходящ отговор от корпуса. Двата най-прости метода са следните:

1. **Връща се отговора на най-сходния ход:** Като се има предвид потребителската заявка q и разговорния корпус C , трябва да намерим точката t в C , която е най-близка до (q) (например има най-голям косинусов ъгъл с q) и да върнем съответния последвал ход, т.е. човешкият отговор към t в C :

$$r = \text{response} \left(\underset{t \in C}{\operatorname{argmax}} \frac{q^T t}{\|q\| \|t\|} \right)$$

Идеята е да се търси ход, който прилича на потребителския, като за отговор се връща последвалият човешки отговор [54],[55].

2. **Връща се най-сходният ход:** Като се има предвид потребителската заявка q и разговорния корпус C , трябва да намерим точката t в C , която е най-близка до (q) (например има най-голям косинусов ъгъл с q):

$$r = \underset{t \in C}{\operatorname{argmax}} \frac{q^T t}{\|q\| \|t\|}$$

Идеята е да се търси отговор който прилича на потребителския, след като обикновено въпросът и отговорът съдържат сходни думи или семантика.

Във всеки от двата случая може да се използва произволна функция за прилика пресметната върху думи (използвайки tf-idf) или върху ембединги.

Въпреки че връщането на отговора от най-сходния ход изглежда като по-интуитивен алгоритъм, връщането на най-сходния ход изглежда работи по-добре на практика, може би защото изборът на отговор добавя още един слой на индиректен път, който може да компенсира повечето шум [56], [57].

Подходът, базиран на ИИ, може да бъде разширен, като се използват повече функции, отколкото само думите в q (например думи в предишни ходове или информация за потребителя) и използване на пълен ИИ ранк. Комерсиалните реализации на ИИ-базирания подход включват Cleverbot [58] и Microsoft's 'Xiaoice' [59].

Вместо просто да се използват корпуси от разговори, ИИ-базираният подход може да бъде използван за извличане на отговори от наративен (не-диалогов) текст. Например, пионерският чатбот на SOBOT [60] генерира отговори чрез избирането на изречения от корпус, който комбинира манифеста на Unabomber от Теодор Качински, статии за отвличане на извънземни, сценариите на "The Big Lebowski" и "Planet of the Apes ". Чатботовете, които искат да генерират информативни ходове, като например

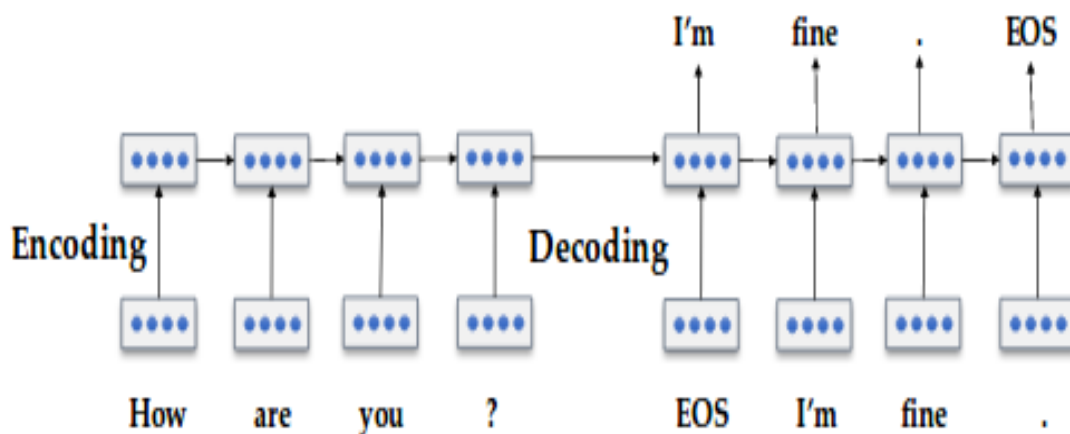
отговори на потребителски въпроси, могат да използват текстови масиви като Wikipedia, за да извличат изречения съдържащи тези отговори [61].

5.2.2 Поредица към поредица (Sequence to Sequence)

Алтернативен начин да се използва корпус за генериране на диалог е да се мисли за генерирането на отговор като задача за преобразуване от предходния ход на потребителя към ход на системата. На практика, версия на ELIZA базирана на машинно обучение; машинно учене от корпус, за да преведе въпрос към отговор.

Тази идея е разработена първоначално чрез използване на машинен превод базиран на фрази [56], като потребителският вход се превръща в системен отговор. Бързо стана ясно обаче, че задачата за генериране на отговор е твърде различна от машинния превод. При машинния превод думите или фразите в изходното/целевото изречение се приравняват добре помежду си, за разлика от потребителското изречение може да няма общи думи или фрази с подобрен отговор.

Вместо това, (приблизително едновременно от [62], [63], [64]) са предложени модели базирани на трансдукция за генериране на отговор, вместо последователност към последователност (seq2seq).



Фиг. 6 Модел поредица към поредица за невронно генериране на отговори в диалог.

Необходими са редица модификации на основния модел seq2seq, за да се адаптира към задачата за генериране на отговор. Например основните модели seq2seq имат тенденция да произвеждат предсказуеми, но повтарящи се и следователно тъпи отговори като "Аз съм добре" или "Аз не знам", които изключват разговора. Това може да бъде решено чрез промяна на обективната функция за тренировка на модела seq2seq за взаимна информационна цел или чрез промяна на декодера с търсене в лъч, за да се поддържат по-разнообразни отговори [65].

Друг проблем с простата архитектура за генериране на отговор seq2seq е нейната неспособност да моделира по-дългия предишен контекст на разговора. Това може да се разреши, като се даде възможност на модела да вижда предишни ходове, като например чрез използване на йерархичен модел, който обобщава информацията при множество предишни изречения [66].

И накрая, генераторите на последователности seq2seq се фокусират върху генерирането на единични отговори и затова не вършат добра работа за непрекъснато генериране на отговори, които се базират на множество ходове. Това може да бъде решено чрез използване на укрепване на ученето, както и чрез техники като състезателни мрежи (adversarial networks), за да се научим да избираме отговори, които правят общия разговор по-естествен [67]. [68].

Input	tell me ... how long have you had this falling sickness ?
Vanilla-SEQ2SEQ	i'm not a doctor.
Adversarial	a few months, i guess .
Input	so i had the doctors test sammy 's response to conditioning .
Vanilla-SEQ2SEQ	sammy wrote the test sammy wrote the test .
Adversarial	so he took the pills .
Input	they didn 't have much success with this problem commander .
Vanilla-SEQ2SEQ	they 're not the only ones who have been in the system .
Adversarial	can we find someone else ?

Фиг. 7. Примерни отговори, генерирани от модел трениран с чист seq2seq и от модел, обучен чрез състезателен (adversarial) алгоритъм за подобряване на близостта на отговорите до човешка реч [68].

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С бързия темп на развитие на умните и мобилните устройства нуждата от получаване на информация нараства всекидневно. В нашите домове вече започват да се появяват умни устройства като Amazon Echo, Apple HomePod, Google Home и други, чиято цел е да бъдат наши съветници и да изпълняват нашите заявки. Това няма как да бъде подминато и от разработчиците на игри, които осъзнават, че вече графиката на играта не е всичко, а играчите се нуждаят от по-добри интелигентни агенти, с които могат да взаимодействат. В този документ ние се фокусираме върху игрите с цел обучение и разглеждаме различни такива. Една от най-задълбочено разглежданите области свързана с използване на естествения език в електронното обучение е преподаването на уроци. Проектът AutoTutor [21] е забележителен пример за това, с възможността за предаване на уроци на различни теми, включително компютърна грамотност и физика. Друг пример е играта Ms. Lindquist [22], която е "учебна практика" за ученици по алгебра чрез метода "учене чрез правене" ("Learning by doing"), вместо да просто да предава изрични инструкции. Последен пример за система с преподаване на естествен език е Geometry Explanation Tutor [23], където учениците обясняват със собствени думи отговорите на геометрични проблеми. TutorBot [24] от своя страна симулира дидактичен учител и позволява на потребителя да извлича информация от източник на знания, като използва естествен език в схема за въпроси/отговори.

Документът предостави преглед на областта, като разгледа два аспекта на интелигентните агенти: съществуващи софтуерни интелигентни агенти в игрите и методологии за свързването на съществуващи агенти към игри. Въведено бе определението за интелигентен агент, след което са разгледани различни архитектури на класически интелигентни агенти. Разгледани бяха пет различни типа архитектури разделени на 5 групи:

- 1) чисто реактивни агенти,
- 2) агенти отчитащи ползата,
- 3) целеви агенти,
- 4) BDI агенти и
- 5) хибридни агенти.

Освен основни системи в областта бяха разгледани и дискутирани въпроси и проблеми, които разработчиците на игри срещат при работата си в областта на разговорните интелигентни агенти. Накрая бяха представени възможни имплементации на разговорни агенти, със сравнение между два основни вида ботове: базирани на правила, и базирани на корпус.

При методите базирани на правила липсва до голяма степен гъвкавост и има нужда голяма нужда от експерти в областта, които да изготвят подходящи за проблема правила. Тези правила от своя страна трудно се съгласуват едно с друго, а още по-трудно биват променяни на части. Методите базирани на корпус от своя страна се делят на два вида – базирани на извличане на информация и базиране на генеративни модели. Принципът, на който се основават чат-ботовете с извличане на информация е да се отговори на потребителския ред X, като се повтори някакъв подходящ ред Y от корпус от естествен (човешки) текст. Разликите в тези системи се крият в това, как те избират корпуса и как решават кой е човешки ред е подходящ за копиране. При генеративните чат-ботове липсва нуждата от извличане на конкретен сегмент от текста, ботът е в състояние да създаде нов такъв, който е подходящ да отговори на зададения му въпрос.

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Rabin, *AI Game Programming Wisdom 3*, Charles River Media, Brookline, Mass, USA, 2006.
2. A. Ayesh, J. Stokes, and R. Edwards, "Fuzzy Individual Model (FIM) for realistic crowd simulation: preliminary results," in *Proceedings of IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ '07)*, pp. 1–5, London, UK, July 2007.
3. J. Orkin, "Three states and a plan: the AI of F.E.A.R.," in *Proceedings of the Game Developers Conference (GDC '06)*, San Jose, Calif, USA, March 2006.
4. R. E. Fikes and N. J. Nilsson, "STRIPS: a new approach to the application of theorem proving to problem solving," *Artificial Intelligence*, vol. 2, no. 3-4, pp. 189–208, 1971.
5. J. Orkin, "Applying goal-oriented action planning to games," in *AI Game Programming Wisdom 2*, Charles River Media, Brookline, Mass, USA, 2003.
6. M. E. Pollack and J. F. Horty, "There's more to life than making plans: plan management in dynamic, multiagent environments," *AI Magazine*, vol. 20, no. 4, pp. 71–83, 1999.
7. S. Franklin and L. Gasser, "Is it an agent, or just a program?: A taxonomy for autonomous agents," in *Intelligent Agents III. Agent Theories, Architectures, and Languages*, pp. 21–35, Springer, Berlin, Germany, 1997.
8. "Bos Wars," <http://www.boswars.org>.
9. S. Kopp, L. Gesellensetter, N. C. Krämer, and I. Wachsmuth, "A conversational agent as museum guide—design and evaluation of a real-world application," in *Proceedings of the 5th International Working Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA '05)*, T. Panayiotopoulos, J. Gratch, R. Aylett, D. Ballin, P. Olivier, and T. Rist, Eds., vol. 3661 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 329–343, Springer, Kos, Greece, September 2005.
10. L. Antunes and K. Takadama, Eds., *Multi-Agent-Based Simulation VII*, vol. 4442 of *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Berlin, Germany, 2007.
11. B. G. Silverman, G. Bharathy, M. Johns, R. J. Eidelson, T. E. Smith, and B. Nye, "Sociocultural games for training and analysis," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A*, vol. 37, no. 6, pp. 1113–1130, 2007.

- 12.L. Padgham, D. Parkes, S. Parsons, and J. Müller, Eds., Proceedings of the 7th International Conference on Autonomous Agents and Multi Agent Systems (AAMAS '08), IFAAMAS, Estoril, Portugal, May 2008.
- 13.FIPA, Foundation for Intelligent Physical Agents, <http://www.fipa.org>
- 14.M. Wooldridge, Reasoning about Rational Agents, MIT Press, Cambridge, Mass, USA, 2000.
- 15.M. Dastani, "2APL: a practical agent programming language," Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, vol. 16, no. 3, pp. 214–248, 2008.
- 16.R. Bordini, J. Hübner, and M. Wooldridge, Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak Using Jason, John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 2007.
- 17.P. S. Rosenbloom, J. E. Laird, and A. Newell, The Soar Papers: Readings on Integrated Intelligence, MIT Press, Cambridge, Mass, USA, 1993.
- 18.J. R. Anderson, "ACT: a simple theory of complex cognition," American Psychologist, vol. 51, no. 4, pp. 355–365, 1996.
- 19.M. E. Bratman. Intention, Plans, and Practical Reason . Harvard University Press, Cambridge, MA, 1987.
- 20.Luca Spalazzi. M. j. wooldridge, reasoning about rational agents, intelligent robots and autonomous agents series, cambridge, ma: The mit press, 2000, isbn 0-262-23213-8. Minds Mach. , 13(3):429–435, 2003.
- 21.Graesser, A.C., N.K. Person, and D. Harter, Teaching Tactics and Dialog in AutoTutor. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2001.12: p. 23-39.
- 22.Heffernan, N.T., Web-Based Evaluations Showing both Cognitive and Motivational Benefits of the Ms. Lindquist Tutor, in Artificial Intelligence in Education. 2003, IOS Press: Amsterdam. p. 115-122.
- 23.Aleven, V., K. Koedinger, and K. Cross, Tutoring Answer Explanation Fosters Learning with Understanding, in Artificial Intelligence in Education. 1999, IOS Press: Amsterdam. p. 199-206.
- 24.De Pietro, O. and G. Frontera, TutorBot: an application AIML based for Web-Learning. Advanced Technology for Learning, 2005.2(1): p. 29-34.
- 25.Feng, D., E. Shaw, J. Kim, and E. Hovy, An Intelligent Discussion-Bot for Answering Student Queries in Threaded Discussions, in 2006 International Conference on Intelligent User Interfaces. 2006, ACM Press: Sydney, Australia. p. 171-177.
- 26.Taylor, K. and S. Moore, Adding Question Answering to an E-Tutor for Programming Languages, in AI-2006, 26th SGAI International Conference on Innovative Techniques and Applications of Artificial Intelligence. 2006, Springer: Cambridge, UK. p. 193-206.

27. Fryer, L. and R. Carpenter, Bots as Language Learning Tools. *Language Learning and Technology.*, 2006.10(3): p. 8-14.
28. Abu Shawar, B. and E. Atwell, Fostering language learner autonomy via adaptive conversation tutors, in *Corpus Linguistics*. 2007: Birmingham, UK.
29. Lester, J.C., B.A. Stone, and G.D. Stelling, Lifelike Pedagogical Agents for Mixed-Initiative Problem Solving in Constructivist Learning Environments. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1999.9: p. 1-44.
30. Shaw, E., W.L. Johnson, and R. Ganeshan, Pedagogical Agents on the Web, in *International Conference on Autonomous Agents*. 1999, ACM Press: Seattle, WA, USA. p.283-290.
31. Baylor, A.L. and Y. Kim, Simulating Instructional Roles through Pedagogical Agents. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2005.15(2): p. 95-115.
32. Dillenbourg, P. and J. Self, PeoplePower: A Human-Computer Collaborative Learning System in *Intelligent Tutoring Systems*. 1992, Springer-Verlag: Berlin-Heidelberg. p.651-660.
33. Grigoriadou, M., G. Tsaganou, and T. Cavoura, Dialogue-Based Reflective System for Historical Text Comprehension, in *Workshop on Learner Modelling for Reflection at Artificial Intelligence in Education*. 2003.
34. Kerly, A., R. Ellis, and S. Bull, CALMsystem: A Conversational Agent for Learner Modelling. *Knowledge Based Systems*, 2008.21(3): p. 238-246.
35. Litman, D.J. and S. Silliman, ITSPOKE: An Intelligent Tutoring Spoken Dialogue System, in *Human Language Technology Conference: North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*. 2004: Boston, MA
36. Alev, V., A. Ogan, O. Popescu, C. Torrey, and K. Koedinger, Evaluating the Effectiveness of a Tutorial Dialogue System for Self-Explanation, in *Intelligent Tutoring Systems*. 2004, Springer-Verlag: Berlin Heidelberg. p. 443-454.
37. Chou, C.-Y., T.-W. Chan, and C.-J. Lin, Redefining the Learning Companion: the Past, Present and Future of Educational Agents. *Computers & Education*, 2003.40: p. 255-269.
38. Rickel, J. and W.L. Johnson, Animated agents for procedural training in virtual reality: Perception, cognition, and motor control. *Applied Artificial Intelligence*, 1999.13: p.343-382.
39. Chan, T.-W. and A.B. Baskin, "Studying with the Prince": The Computer as a Learning Companion, in *Intelligent Tutoring Systems*. 1988. p. 194-200.

40. Aimeur, E., H. Dufort, D. Leibu, and C. Frasson, Some Justifications for the Learning By Disturbing Strategy, in Artificial Intelligence in Education. 1997, IOS Press: Amsterdam. p. 119-126.
41. Kim, Y., Desirable Characteristics of Learning Companions. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2007.17(4): p. 371-388.
42. Creative Virtual. UK Lingubot Provider, Major Customers List. 2004-2008 [Accessed 27/03/08]; Available from: www.creativevirtual.com/customers.php
43. ia, J., The Study of the Application of a Keywords-Based Chatbot System on the Teaching of Foreign Languages. 2002, University of Augsburg. .
44. Kerly, A. and S. Bull, Children's Interactions with Inspectable and Negotiated Learner Models, in Intelligent Tutoring Systems. In press, Springer-Verlag: Berlin Heidelberg.
45. Beun, R.-J., E. de Vos, and C. Witteman, Embodied Conversational Agents: Effects on Memory Performance and Anthropomorphisation, in Intelligent Virtual Agents. 2003, Springer-Verlag: Berlin Heidelberg. p. 315-319.
46. Bull, S., P. Brna, and H. Pain, Mr. Collins: A collaboratively constructed, inspectable student model for intelligent computer assisted language learning. Instructional Science, 1995.23: p. 65-87.
47. Dimitrova, V., STyLE-OLM: Interactive Open Learner Modelling. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2003.13: p. 35-78.
48. Kerly, A., P. Hall, and S. Bull, Bringing Chatbots into Education: Towards Natural Language Negotiation of Open Learner Models. Knowledge Based Systems 2007.20(2): p. 177-185.
49. Spärck-Jones, K., Natural language processing: a historical review, in Current Issues in Computational Linguistics: in Honour of Don Walker, A. Zampolli, N. Calzolari, and M. Palmer, Editors. 1994, Kluwer: Amsterdam. p. 3-16.
50. Weizenbaum, J. (1966). ELIZA – A computer program for the study of natural language communication between man and machine. Communications of the ACM, 9(1), 36–45.
51. Colby, K. M., Hilf, F. D., Weber, S., and Kraemer, H. C. (1972). Turing-like indistinguishability tests for the validation of a computer simulation of paranoid processes. Artificial Intelligence, 3, 199–221.
52. Serban, I. V., Lowe, R., Charlin, L., and Pineau, J. (2017). A survey of available corpora for building data-driven dialogue systems.. arXiv preprint arXiv:1512.05742
53. Forchini, P. (2013). Using movie corpora to explore spoken American English: Evidence from multi-dimensional analysis. In Bamford, J., Cavalieri, S., and Diani, G. (Eds.), Variation and Change in Spoken and

Written Discourse: Perspectives from corpus linguistics, pp. 123–136.
Benjamins.

54. Jafarpour, S., Burges, C., and Ritter, A. (2009). Filter, rank, and transfer the knowledge: Learning to chat. In NIPS Workshop on Advances in Ranking, Vancouver, Canada.
55. Leuski, A. and Traum, D. (2011). NPCEditor: Creating virtual human dialogue using information retrieval techniques. *AI Magazine*, 32(2), 42–56.
56. Ritter, A., Cherry, C., and Dolan, W. B. (2011). Data-driven response generation in social media. In *EMNLP-11*, pp. 583–593.
57. Wang, H., Lu, Z., Li, H., and Chen, E. (2013). A dataset for research on short-text conversations.. In *EMNLP 2013*, pp. 935–945.
58. Carpenter, R. (2017). Cleverbot. <http://www.cleverbot.com>, accessed 2017.
59. “微软小冰.”, Microsoft, www.msxiaobing.com/.
60. Isbell, C. L., Kearns, M., Kormann, D., Singh, S., and Stone, P. (2000). Cobot in LambdaMOO: A social statistics agent. In *AAAI/IAAI*, pp. 36–41.
61. Yan, Z., Duan, N., Bao, J.-W., Chen, P., Zhou, M., Li, Z., and Zhou, J. (2016). DocChat: An information retrieval approach for chatbot engines using unstructured documents. In *ACL 2016*.
62. Shang, L., Lu, Z., and Li, H. (2015). Neural responding machine for short-text conversation. In *ACL 2015*, pp. 1577–1586.
63. Vinyals, O. and Le, Q. (2015). A neural conversational model. In *Proceedings of ICML Deep Learning Workshop*, Lille, France.
64. Sordoni, A., Galley, M., Auli, M., Brockett, C., Ji, Y., Mitchell, M., Nie, J.-Y., Gao, J., and Dolan, B. (2015). A neural network approach to context-sensitive generation of conversational responses. In *NAACL HLT 2015*, pp. 196–205.
65. Li, J., Galley, M., Brockett, C., Gao, J., and Dolan, B. (2016a). A diversity-promoting objective function for neural conversation models. In *NAACL HLT 2016*.
66. Lowe, R. T., Pow, N., Serban, I. V., Charlin, L., Liu, C. W., and Pineau, J. (2017b). Training end-to-end dialogue systems with the ubuntu dialogue corpus. *Dialogue & Discourse*, 8(1), 31–65.
67. Li, J., Monroe, W., Ritter, A., Galley, M., Gao, J., and Jurafsky, D. (2016b). Deep reinforcement learning for dialogue generation. In *EMNLP 2016*.
68. Li, J., Monroe, W., Shi, T., Ritter, A., and Jurafsky, D. (2017). Adversarial learning for neural dialogue generation. In *EMNLP 2017*.

ДОПЪЛНИТЕЛНИ ИЗТОЧНИЦИ

1. Increasing Cultural Awareness by Games with Embodied Conversational Agents
2. Gamble — A Multiuser Game with an Embodied Conversational Agent
3. Evaluating Visual Conversational Agents via Cooperative Human-AI Games
4. Games and Agents: Designing Intelligent Gameplay
5. Architecture for Building Conversational Agents that Support Collaborative Learning
6. Developing and Evaluating Conversational Agents
7. Intelligent Agents for Computer Games
8. Conversational Agents in E-Learning
9. Learning by Communicating in Natural Language With Conversational Agents
10. Extending an Educational Math Game with a Pedagogical Conversational Agent: Facing Design Challenges
11. Procedural Quests: A Focus for Agent Interaction in Role-Playing-Games
12. A Survey on the Need and Use of AI in Game Agents
13. Designing Embodied Conversational Agents to Conduct Longitudinal Health Interviews
14. Conversational Agents in a Virtual World
15. Intelligent agents in computer games
16. A Conversational Agent as Museum Guide – Design and Evaluation of a Real-World Application
17. Embodied conversational agents in Computer Assisted Language Learning
18. Dialog Systems and Chatbots

- <https://www.hindawi.com/journals/ijcgt/2009/837095/abs/>
- <https://pdfs.semanticscholar.org/4131/b5830c3f52d8b3f3e71bc48571b882daac88.pdf>
- http://groups.csail.mit.edu/robotics-center/public_papers/vanLent99.pdf
- http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_95/journal/vol1/jjc1/article1.html
- <https://daim.idi.ntnu.no/masteroppgaver/004/4189/masteroppgave.pdf>
- http://cdn.intechopen.com/pdfs/10229/InTech-A_survey_on_the_need_and_use_of_ai_in_game_agents.pdf

- <http://www.qrg.northwestern.edu/Resources/aigames.org/papers2002/TMorris02.pdf>
- https://www.dfki.de/web/forschung/publikationen/renameFileForDownload?filename=komparsen-ki2011.pdf&file_id=uploads_1083
- <https://arxiv.org/abs/1708.05122>
- <https://www.semanticscholar.org/paper/Gamble-A-Multiuser-Game-with-an-Embodied-Agent-Rehm-Wissner/21408a8b5b062ddd7e749eb4a3ac752103c3d583>
- <https://pdfs.semanticscholar.org/253b/15b71d885f2714a43f6d82fa150ebfa914f8.pdf>
- <https://pub.uni-bielefeld.de/download/1601743/2655217>
- <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:355070/FULLTEXT01.pdf>
- <https://books.google.bg/books?id=rmFuCQAAQBAJ&pg=PA95&lpg=PA95&dq=conversational+agents+in+games&source=bl&ots=aWNM-2mpJ&sig=1W-wwSs6KRQhs-8lg074NrPkFOU&hl=bg&sa=X&ved=0ahUKEwizna2agMvbAhVHh6YKHVxNCLI4FBD0AQhMMAg#v=onepage&q=conversational%20agents%20in%20games&f=false>
- <http://www.cs.bath.ac.uk/~jjb/ftp/GreyAISB11.pdf>
- <http://relationalagents.com/publications/IVA10.lhi.pdf>
- <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00558521/document>
- <http://www.cse.unt.edu/~tarau/research/2003/vschat.pdf>
- <https://pdfs.semanticscholar.org/73cd/29460883c19bd53f513bc9f27c66daaa94d7.pdf>
- [http://www.ai-research.org.uk/AliceKerly/html/Kerlyetal-AI-2008-Conversational Agents in E-Learning.pdf](http://www.ai-research.org.uk/AliceKerly/html/Kerlyetal-AI-2008-Conversational%20Agents%20in%20E-Learning.pdf)
- <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED566388.pdf>
- <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=5669250>
- <https://web.stanford.edu/~jurafrsky/slp3/29.pdf>