# AUTONOMNÍ SYSTÉMY

# ZADÁNÍ SEMINÁRNÍHO PROJEKTU –

# NÁVRH MULTIAGENTNÍHO SYSTÉMU

|  |  |
| --- | --- |
| Jméno a příjmení (1. autor) | František Hylmar |
| Školní login | hylmafr1 |
| Studijní obor | Aplikovaná informatika |
| Akademický rok | 2019 |
| Cvičení (označení skupiny v rozvrhu) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Jméno a příjmení (2. autor) |  |
| Školní login |  |
| Studijní obor |  |
| Akademický rok |  |
| Cvičení (označení skupiny v rozvrhu) |  |

**Informace k projektu**

|  |  |
| --- | --- |
| Název tématu | Systém pro usnadnění evakuace ostrova |
| Abstrakt (stručný popis) (3-5 řádků) | Systém má za pomoci rozvržení průzkumných prací a koordinace převozu osob zajistit evakuaci obyvatelstva ostrova v případě hrozícího/probíhajícího výbuchu sopky nebo tsunami. |

## Zadání úkolu

Vytvořte konceptuální návrh multiagentového systému (MAS). MAS by měl mít nějaký Vámi zvolený jasně specifikovaný úkol, jehož postupná realizace by měla být podle Vámi zvolených kritérií nějakým způsobem měřitelná, aby bylo možno hodnotit výkonnost systému. Zadání by mělo být smysluplné, systém má mít racionální účel. MAS nemusí být příliš komplexní, ale na druhou stranu ani triviální. MAS nebude v rámci předmětu AUTS přímo programován, bude pouze navržen a podrobně popsán, samotnou implementaci pak bude možné případně realizovat v rámci navazujících předmětů.

## Rešerše

Délka rešerše jsou minimálně 2 strany A4, nejvýše pak 3 strany A4. Citujte nebo se odkazujte v textu harvardským stylem, tzn. do kulatých závorek příjmení autora, rok – např. (Neumann, 2013), nebo podle ISO 690, nebo podle APA. Všechny uváděné zdroje musí být v textu použity.

|  |
| --- |
| Směrování vozidel při rozsáhlých evakuacích Každoročně dochází k humanitárním katastrofám při kterých je nutné důsledné plánování logistických prací. Jen v roce 2019 došlo k rozsáhlým požárům v Řecku na ostrově Samos a v Kalifornii ve Spojených státech. Tyto katastrofy vyhnaly nebo ponechaly bez prostředků tisíce lidí. Jedná se o reálné problémy, problémy jejichž řešení může mít za následek zachráněné nebo zmařené lidské životy. Problém směrování vozidel (VRP - Vehicle Routing Problem) je optimalizační úloha pro plánování tras flotily vozidel pro obsluhu skupiny zákazníků. Tato úloha patří mezi takzvané NP-těžké úlohy, to znamená, že v obecném případě není známo, ani jak pro každý vstup nalézt přesné řešení, a dokonce ani zda vůbec může existovat algoritmus, který takové řešení najde v akceptovatelném čase. V praxi se podobná úloha obvykle řeší pouze přibližně (heuristickými algoritmy, např. genetickými algoritmy, tabu prohledáváním atd.). Tím se (za cenu vzdání se nároku na nalezení optimálního řešení) dosahuje prakticky použitelných časů.  Pro použití v humanitární oblasti, ať už pri evakuaci nebo distribuci pomoci existuje pro VRP několik variací a specializací. Jedná se zejména o variaci, kdy se v problému musí počítat s omezenou kapacitou vozidel (CVRP - Capacitated Vehicle Routing Problem). (MTCVRP - Multi-Trip Capacitated Vehicle Routing Problem) je varianta CVRP, kde je jednotlivá vozidla možné použít opakovaně v rámci více routingů. Obecně je typickým cílem MTCVRP minimalizace součtu cestovních nákladu (v jednotkách času nebo v jednotkách vzdálenosti). Kontext, který je blíže humanitárnímu přístupu, lze nalézt v odborné literatuře jako problém kumulativního kapacitního směrování vozidel s více cestami (MT-CCVRP). Což je varianta MTCVRP s tím rozdílem, že nyní je cílem minimalizace součtu časů příjezdu do jednotlivých destinací. To znamená minimalizaci čekací doby oběti katastrof žádajících o pomoc, také známé jako latence. V tomto článku budeme místo klasické latence uvažovat o maximální době čekání v jednotlivých destinacích. Tj. minimalizaci času čekání poslední evakuované osoby v oblasti katastrofy. Mezi klasickou a maximální latencí je zásadní rozdíl, kdy je důležitější minimalizace čekací doby poslední evakuované oběti při katastrofě spíše než jejich celková suma. Tímto způsobem se snažíme vyhnout tomu, že by některé postižené oběti v oblasti katastrofy čekaly na záchranu velmi dlouho, zatím co by byl zbytek evakuován výrazně dříve. To znamená, že se snažíme vyrovnat čekací dobu na evakuaci všech postižených (Molina, et al., 2018).  Úloha VRP a její variace je obvykle definována jako ohodnocený orientovaný graf, kde uzly jsou jednotlivé destinace (v našem případě skupiny obětí čekající na záchranu) a hrany jsou trasy spojující tyto destinace. Hodnoty hran odpovídají jejich vzdálenosti resp. cestovnímu času. První uzel typicky reprezentuje depo kde je disponována flotila dopravních prostředků s limitovanou kapacitou. MTVRP vyžaduje stanovení sady jízd a přiřazení každé jízdy k vozidlu tak, aby se minimalizoval čas jízdy. A aby bylo splněno, že každá cesta začíná a končí v depu a dále, že není překročena kapacita žádného vozidla (Cattaruzza, et al., 2018).  Pro řešení různých variant VRP se používá několik přístupů. Hlavní rozdíl v metodách řešení je zejména mezi přesnými metodami na jedné straně a heuristickými metodami na straně druhé. I přesto že se realistické VRP problémy často obtížně řeší, byly s určitým úspěchem použity přesné metody. Tyto metody považují problém za zvláštní případ celočíselného nebo smíšeného celočíselného programu (Oyola, et al., 2017). Nástroje pro řešení tohoto typu úloh, takzvané solvery, jsou zahrnuty ve většině současného optimalizačního software. Existují jak komerční řešení, např. LINGO nebo Gurobi, tak i volně dostupné, například SCIP. Typicky je použití přesných metod vhodné pro úlohy menšího rozsahu. Tj. do úloh kde je maximálně 50 destinací.  Aktuálně existuje celá řada problémů bez známé metody přesného řešení při reálném použití. To vytváří potřebu takzvaných heuristik, které ačkoli nezaručují nalezení nejoptimálnějšího řešení problému, mohou být schopné nalézt dostatečně dobré řešení dostatečně rychle. Jedná se o populární a rostoucí oblast řešení VRP. Pro použití heuristik v rámci VRP existuje několik základních strategií. Tyto strategie se typicky aplikují na nějaké (například náhodně vygenerované) výchozí řešení a pokoušejí se ho iterativně vylepšit.  Heuristiky založené na strategii lokálního prohledávání (LS - Local Search) se pokouší zlepšovat dané řešení provedením sady malých úprav (neboli tahů) výchozího řešení. Dá se říci, že LS navštěvuje blízké okolí studovaného řešení a vybírá nejlepší sousední řešení podle nějakého kritéria. Po určitém počtu iterací již LS není schopno vyrábět kvalitnější řešení. Říkáme, že je heuristika uvězněna v lokálním optimu (Chentli, et al., 2019). Odvozená strategie TS (Tabu search) zvyšuje výkon LS uvolněním jeho základního pravidla. Za prvé, v každém kroku mohou být přijaty zhoršující pohyby pokud není k dispozici žádný zlepšující pohyb (hledání uvízlo na přísném lokálním minimu). Kromě toho jsou zavedeny zákazy (tzv, „Tabu“), které odrazují vyhledávání od návratu k dříve navštíveným řešením. Další variaci LS je opakované lokální vyhledávání (ILS - Iterated Local Search). Principem ILS je zlepšit dané počáteční řešení střídáním postupů místního vyhledávání (LS) a rozrušování. Aby LS mohla uniknout místním optimům, poskytuje ILS dodatečný rozrušovací postup. Tento provádí dodatečné úpravy současného lokálního optima a vytváří tím nové výchozí řešení pro LS. Kvalita toho nového výchozího řešení sice není obvykle tak dobrá jako kvalita místního optima, postup ale umožňuje LS prohledat větší oblast prostoru řešení (Chentli, et al., 2019). MS-ILS (Multi Start - Iterated Local Search) je opakované lokální vyhledávání (ILS) s více starty. Tato varianta, spočívá v restartování ILS z několika počátečních řešení pro diverzifikaci vyhledávání (Rivera, et al., 2015).  Některé metody VRP jsou založeny na principu přírodních společenství. Meta-heuristická metoda ACO (Ant Colony Optimization) je inspirovaná chováním přírodních mravenců. Pro úplnou sadu komponent řešení daného problému, musí být definována sada takzvaných feromonových hodnot. Tato sada se nazývá feromonový model, který je z matematického hlediska parametrizovaný pravděpodobnostní model. Feromonový model se následně používá k pravděpodobnostnímu generování řešení uvažovaného problému sestavením ze sady komponent řešení.  Algoritmy, které jsou založeny na principech přírodní evoluce, se nazývají evoluční algoritmy (EA). Evoluční algoritmy mohou být charakterizovány jako výrazně zjednodušený výpočetní model evolučního procesu. Tyto algoritmy jsou inspirovány schopností přírody vyvíjet živoucí organismy adaptací na jejich prostředí. V jádře všech evolučních algoritmů je sada jednotlivců, takzvaná populace. Tito jednotlivci jsou v zásadě kandidáti řešení daného problému. Nejdříve se náhodně vygeneruje iniciální populace, pokud možno s důrazem na maximální diverzifikaci. V každé iteraci se vybere část jedinců ze zdrojové populace. Tito jedinci následně slouží jako rodiče, kdy se za použití reprodukčních operátorů vytvoří další sada potomků. Evoluční algoritmy používají jako evoluční operátory náhodnou rekombinaci a křížení, které kombinuji potomky z vlastností jejich předků (Oyola, et al., 2017).  Nabídka komerčních nebo otevřených řešení VRP s použitím heuristik se zdá omezenější než v případě řešení matematickým programováním. Jedna z dostupných platforem je LocalSolver, volně dostupný nástroj pro řešení optimalizačních úloh s podporou heuristik. Další platforma, v tomto případě velice drahá, která obsahuje vhodnou funkcionalitu je Matlab.  V případě humanitární katastrofy, zejména pokud je nutné evakuovat velký počet osob, je kvalitní naplánování celé akce zásadním předpokladem úspěchu. Koordinační týmy mohou použít některé z palety popsaných VRP řešení pro pokrytí logistického aspektu. Uvedené postupy jsou ověřené v praxi a zdokumentované v odborné literatuře. |

Do tabulky uveďte použité zdroje, bibliografické údaje uveďte v daném citačním stylu, viz následující dva příklady podle Harvardské notace (kapitoly i články můžete citovat jednotně, nebudou se pro jednoduchost rozlišovat):

|  |  |
| --- | --- |
| # | Příklady |
| 1 | PŘÍJMENÍ, J. (rok). Název článku. Místo vydání: Nakladatel. ISBN. |
| 2 | Neumann, J. (2013). Informační etika: sylabus k bakalářskému studiu informační  vědy. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 80-2102-981-1. |

Zdrojů stačí 4-5. Do této tabulky vložte Vámi vyhledané a použité zdroje:

|  |  |
| --- | --- |
| # | Bibliografické údaje použitého zdroje/článku |
| 1 | Cattaruzza, D., Absi, N. & Feillet, D., 2018. Vehicle routing problems with multiple trips. *Annals of Operations Research,* 01 12, Svazek 271, pp. 127-159. |
| 2 | Chentli, H., Ouafi, R. & Cherif-Khettaf, W. R., 2019. *Impact of Iterated Local Search Heuristic Hybridization on Vehicle Routing Problems: Application to the Capacitated Profitable Tour Problem.* Cham, Springer International Publishing, pp. 80-101. |
| 3 | Molina, J., López-Sánchez, A. D., Hernández-Díaz, A. G. & Martínez-Salazar, I., 2018. A Multi-start Algorithm with Intelligent Neighborhood Selection for solving multi-objective humanitarian vehicle routing problems. *Journal of Heuristics,* 01 4, Svazek 24, pp. 111-133. |
| 4 | Oyola, J., Arntzen, H. & Woodruff, D. L., 2017. The stochastic vehicle routing problem, a literature review, Part II: solution methods. *EURO Journal on Transportation and Logistics,* 01 12, Svazek 6, pp. 349-388. |
| 5 | Rivera, J. C., Afsar, H. M. & Prins, C., 2015. A multistart iterated local search for the multitrip cumulative capacitated vehicle routing problem. *Computational Optimization and Applications,* 01 5, Svazek 61, pp. 159-187. |
| 6 |  |
| 7 |  |
| 8 |  |

## Anotace multiagentového systému

V této části uveďte stručný rámec fungování navrhovaného systému. Měl by obsahovat popis toho, na jaké úrovni bude systém navrhován, tzn., co do něj ještě bude patřita co už nikoliv (od čeho se abstrahuje). Měl by zde být také uveden účel systému (co má řešit) a jestli je určen nějaké skupině uživatelů také jejich stručný popis.

Anotace projektu – stručný popis fungování multiagentového systému (viz výše). (max. 15 řádků)

|  |
| --- |
| Systém má pomoci evakuovat obyvatelstvo ostrova v případě hrozícího/probíhajícího výbuchu sopky nebo tsunami. Systém má k dispozici omezené množství lodí (s různou kapacitou) a vrtulníků/letadel. Lidé se shromažďují na různých místech v rámci ostrova a úkolem je zajistit přepravu z ostrova pryč co nejrychleji. Předpokládané typy agentů – koordinační agent, loď, pozorovací dron (zkoumá okolí, hlásí nalezené skupiny osob), vrtulník a letadlo. Letadlo potřebuje pro přistání letiště, vrtulník jen menší rovnou plochu. Lodě vyžadují přístaviště nebo přístup k pobřeží pomocí člunů (pomalejší nalodění osob). Osoby lze v rámci ostrova přepravovat vozidly. |

Pokud lze (nemusí být vyplněno) - charakterizujte organizaci nebo uživatele, která bude tuto MAS využívat. (max. 10 řádků)

|  |
| --- |
|  |

Poznámky – sem můžete vložit jakékoliv doplňující/upřesňující komentáře k projektu (max. 10 řádků).

|  |
| --- |
|  |

## Specifikace PEAS

Zkratka znamená Performance, Environment, Actuators, Sensors. Jde o základní vymezení problémové domény – úkolového prostředí multiagentového systému. Stručně jednotlivé atributy popište.

**Performance** – uveďte slovní popis toho, jak bude měřen výkon, mělo by z toho být patrné co má MAS stanoveno jako (hlavní) úkol(y). (max. 10 řádků)

|  |
| --- |
| Výkon bude měřen počtem zachráněných lidí v daném časovém limitu. |

**Environment** – uveďte stručný popis prostředí agenta, zaměřte se na klíčové charakteristiky a to co je podstatné. Popis nemusí být vyčerpávající, ale mělo by být možné si z něj udělat představu o podobě prostředí, ve které má MAS pracovat. (max. 10 řádků)

|  |
| --- |
| Prostředí je tvořené mapou ostrova, který je obklopen mořem. Na ostrově se nacházejí místa se specifkým využitím jako přístav, letiště nebo heliport. V prostředí se pohybují průzkumné a záchranné dopravní prostředky. |

**Actuators** – popište akce, které mohou agenty provádět, nebo aktuátory, kterými disponují. Pokud může v systému být větší počet agentů, uveďte stručnou charakteristiku možných akcí pro jednotlivé druhy těchto agentů. Pro jeden typ agenta max. 5 řádků popisu.

|  |
| --- |
| Záchranné dopravní prostředky – přepravují lidi z místa na místo.  Průzkumné prostředky – prohledávají přidělené oblasti, reportují nalezené osoby.  Koordinátor - rozvrhuje průzkumné práce a transporty osob. |

**Sensors** – popište vjemy, které mohou agenty vnímat, nebo senzory, kterými disponují. Pokud může v systému být větší počet agentů, uveďte stručnou charakteristiku možných vjemů/senzorů pro jednotlivé druhy těchto agentů. Pro jeden typ agenta max. 5 řádků popisu.

|  |
| --- |
| Záchranné dopravní prostředky – disponují kamerou, GPS modulem a softwarem pro identifikaci osob. Pomocí LTE sítě přijímají požadavky a reportují nalezené osoby.  Průzkumné prostředky – disponují GPS modulem. Pomocí LTE sítě přijímají požadavky a reportují jejich stav.  Koordinátor - Pomocí LTE sítě přijímá reporty a odesílá pokyny. |

## Vyplnění ODD+D protokolu

Prostudujte si podrobně soubory:

* ODD+D CZ.pdf
* ODD+D CZ – komentáře.pdf

Poté vyplňte jednotlivé části ODD+D protokolu do této tabulky. Položky nemusí být nutně vyplněny úplně všechny (protokol je obecný) - pokud se některá část nedá na Váš systém aplikovat, zdůvodněte, proč tomu tak je. Jednotlivé položky vyplňujte na nový řádek pod příslušnou otázkou (kvůli přehlednosti). Některé položky jsou záměrně vynechány (týkají se např. implementace, která v rámci projektu nebude řešena), proto v některých částech nesedí číslování). Plnou verzi ODD+D protokolu lze nalézt na internetu.

| POLOŽKA | | OTÁZKA |
| --- | --- | --- |
| 1 Přehled | 1.1 | 1.1.1 Jaký je účel?  Navržený model má pomoci s organizací průzkumných a záchranných činnostech při humanitárních katastrofách. |
| 1.1.2 Komu je model určen?  Krizovým štábům jednotlivých zemí. |
| 1.2 | 1.2.1 Jaké druhy entit jsou v modelu?  Záchranné dopravní prostředky – přepravují lidi z místa na místo.  Průzkumné prostředky – prohledávají přidělené oblasti, reportují nalezené osoby.  Koordinátor - rozvrhuje průzkumné práce a transporty osob. |
| 1.2.2 Jaké atributy (stavové proměnné, parametry) charakterizují entity v modelu?  Pozice. Rychlost. Kapacita osob. |
| 1.2.3 Jaké jsou exogenní faktory (tj. vně prostředí modelu) ovlivňující model?  Žádné. |
| 1.2.4 *(pokud lze uplatnit)* Jak je v modelu reprezentován prostor?  Mapou reálného prostředí. |
| 1.2.5 Jaká jsou časová a prostorová měřítka a rozsah modelu?  Prostor je spojitý. Čas je spojitý, model běží v reálném čase. |
| 1.3 | 1.3.1 Co která entita dělá a v jakém pořadí?  Koordinátor rozvrhuje průzkumné práce pro příslušné prostředky, registruje reporty o evakuovaných osobách, rozvrhuje transporty osob.  Průzkumné prostředky přijímají požadavky na průzkum jednotlivých oblastí, reportují objevéné osoby.  Záchranné dopravní prostředky přijímají požadavky na trasporty osob z místa na místo, reportují dokončené transporty. |
| 2 Koncept návrhu | 2.1 | 2.1.1 Jaké obecné koncepty, teorie nebo hypotézy byly využity při tvorbě modelu na systémové úrovni nebo úrovni jednotlivých subsystémů (krom rozhodovacího modelu)? Jaký je vztah mezi složitostí a účelem systému?  Byla využita teorie grafů. Mapa je interpretována jako ohodnocený graf kde vrcholy odpovídají kontrolním bodům mapy a hrany odpovídají vzdálenosti mezi přisušnými dvěma vrcholy. |
| 2.1.2 Na základě jakých předpokladů funguje rozhodování (tzn. jaké jsou vstupy pro rozhodovací algoritmus(-my)?  Koordinátor udržuje data o lokacích a počtech evaukovaných osob, snaží se o optimální řízení svěřených prostředků tak aby se evakuovalo co nejvíce lidí co nejrychleji. Algoritmus rozhoduje na základě vzdálenosti kterou je potřeba překonat a na základě kapacity jednotlivých záchranných prostředků. |
| 2.1.3 Proč byl(-y) vybrán(-y) zvolené typ(-y) rozhodovacího(-ch) model(-ů)? Mechanismus rozhodování stručně popište a zdůvodněte, proč je to řešeno tímto způsobem.  Plánování tras vozidel je úloha náročná na výpočet. Nalezení nejoptimálnějšího řešení je časově příliš náročné. Pro rozhodování byl zvolen heuristický přistup, který zajistí akceptovatelné řešení. |
| 2.1.4 Je-li model/sub-model (tj. rozhodovací model) založený na empirických datech, odkud tyto data pocházejí?  Data, podle kterých se koordinátor rozhoduje, pochází ze zeměpisných map oblasti. Dále pak ze specifikace vozidel od výrobce. |
| 2.2 | 2.2.1 Co je předmětem rozhodování? Zahrnuje model více úrovní rozhodování?  Routing jednotlivých prostředků. |
| 2.2.2 Jaká je základní racionalita rozhodování v rámci modelu? Mají agenty nějaký explicitní cíl nebo jiné výkonnostní kritéria?  Cílem je evakuovat všechny nalezené osoby v co nejmenším čase. |
| 2.2.3 Jak agenty provádějí rozhodnutí?  Průzkumné prostředky – analýzou záběrů kamery.  Kooordinátor – na základě pozic a počtů osob čekajících na záchranu. |
| 2.2.4 Přizpůsobují agenty své chování změnám v endogenních a exogenních stavových proměnných? Pokud ano, jakým způsobem?  Ne. |
| 2.2.5 Hrají při rozhodování nějakou roli společenské nebo kulturní normy?  Ne. |
| 2.2.6 Hrají prostorové aspekty nějakou roli v rozhodovacím procesu?  Ano, vzdálenosti jednotlivých evakuačníh bodů je nutné zohlednit v rámci rozhodovacího procesu. |
| 2.2.7 Hrají časové aspekty nějakou roli v rozhodovacím procesu?  Ano, latence mezi jednotlivými transporty jako i čas potřebný na trasnport samotný se je nutné zohlednit v rámci rozhodovacího procesu. |
| 2.2.8 Do jaké míry a jakým způsobem je v rozhodovacích pravidlech agenta(ů) zahrnuta nejistota?  Není. |
| 2.3 | 2.3.1 Je v rozhodovacích procesech modelu zahrnuta nějaká forma individuálního učení? Jak jedinci přizpůsobují v průběhu času své rozhodovací procesy v důsledku nabytých zkušeností?  Není. |
| 2.3.2 Je v modelu implementováno kolektivní učení?  Není. |
| 2.4 | 2.4.1 Jaké endogenní a exogenní stavové proměnné mají jednotlivci být schopni vnímat a užívat v rámci svých rozhodovacích procesů? Mohou se v procesu vnímání vyskytnout chyby?  Prostředky mají přehled o přidělném routingu. |
| 2.4.2 Jaké stavové proměnné jiných jedinců je jedinec schopen v modelu vnímat? Mohou se v procesu vnímání vyskytnout chyby?  Koordinátor zná pozici a zbývající kapacitu jednotlivých prostředků. |
| 2.4.3 Jaká je prostorová škála vnímání?  Dva rozměry. Zeměpisná šířka a délka. |
| 2.4.4 Jsou mechanismy, na základě kterých agenti získávají informace, modelovány explicitně nebo se předpokládá, že jedinci jednoduše tyto proměnné znají?  Agenti informace, ke kterým mají přístup, jednoduše znají. |
| 2.4.5 Je cena kognitivních procesů a získávání informací explicitně zahrnuta v modelu (tím je míněna např. strojová analýza a zpracování vstupních dat naměřených senzory, pomocné výpočty apod.)?  Není. |
| 2.5 | 2.5.1 Která data jedinci používají k tomu, aby predikovali budoucí podmínky?  Routingy. |
| 2.5.2 Jaké interní modely agenty užívají k tomu, aby odhadovaly budoucí podmínky nebo důsledky svých rozhodnutí?  Žádné. |
| 2.5.3 Mohou se agenty v rámci predikčního procesu mýlit, a jak je to v modelu implementováno?  Není implentováno. |
| 2.6 | 2.6.1 Jsou interakce mezi agenty a entitami v modelu prováděny přímo nebo nepřímo?  Přímo – koordinátor posílá notifikace a přijímá reporty přímo od jednotlivých prostředků. |
| 2.6.2 Na jakých faktorech závisí interakce v modelu?  Koordinátor notifikuje prostředky před jakoukoliv událostí nebo při změně v routingu. Interakce mezi prostředky navzájem nejsou v modelu řešeny. |
| 2.6.3 Pokud interakce obsahují i komunikaci, jak je komunikace reprezentována?  Komunikace koordinátora s prostředky probíhá pomocí mobilní sítě. |
| 2.6.4 Pokud existuje nějaký koordinační mechanismus (koordinační síť), jak ovlivňuje chování agenta? Je struktura koordinační sítě nařízena nebo vzniká v důsledku emergence?  Neexistuje. |
| 2.7 | 2.7.1 Vytvářejí nebo patří jedinci do seskupení, které jedince ovlivňují nebo jsou jimi ovlivňovány? Jsou tato seskupení nařízena nebo emergují v průběhu simulace?  Ne. |
| 2.7.2 Jak jsou společenství reprezentována?  Nejsou. |
| 2.8 | 2.8.1 Jsou agenty heterogenní (tzn. konstrukčně různé)? Pokud ano, v jakých stavových proměnných a/nebo procesech se liší?  Prostředky se liší v určení – průzkum, evakuace a oblastí použití – moře, pevnina, oboje.  Prostředky se dále liší v maximální rychlosti a maximální kapacitě přepravovaných osob. |
| 2.8.2 Jsou agenty heterogenní v rozhodování? Pokud ano, které rozhodovací modely a rozhodovací objekty jsou mezi agenty odlišné?  Nejsou. O všem rozhoduje koordinátor. |
| 2.9 | 2.9.1 Jaké procesy (vč. inicializace) jsou modelovány s předpokladem, že jsou náhodné nebo částečně náhodné?  Nejsou. |
| 2.10 | 2.10.1 Která data jsou z agentově-orientovaného modelu snímány za účelem testování nebo porozumění a analýzy, jakým způsobem a kdy jsou sbírány?  Využití prostředků, úspěšnost a rychlost evakuace osob. |
| 2.10.2 Jaké klíčové výsledky, výstupy nebo charakteristiky modelu emergují u jedinců? (emergence)  Žádné. |
| 3 Podrobnosti | 3.2 | 3.2.1 Jaký je počáteční stav světa modelu, tj. v čase t=0?  Mapa ostrova s rozmístěnými prostředky. |
| 3.2.2 Je inicializace vždy stejná nebo se může v jednotlivých simulacích lišit?  Může se lišit počty a počátečním umístěním prosťředků. Dále počtem a pozicí evakuovaných osob. |
| 3.2.3 Jsou počáteční hodnoty zvoleny libovolně nebo jsou založeny na přesných datech?  Mapa modelu je založena na mapě reálného ostrova. |
| 3.3 | 3.3.1 Využívá model vstupů z externích zdrojů, jako jsou datové soubory nebo jiné modely k reprezentaci procesů, které se v průběhu času mění?  Ano, viz 3.2.3. |

## Diagram entit

Do níže uvedené tabulky uveďte Vámi použité typy entit spolu s vysvětlením jejich úlohy v MAS v části Komentář. Pro diagram entit použijte následující typy entit v minimálním počtu: typ prostředí 1x, typ agenta 2x, typ zdroje 1x.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Typ entity | Název typu entity | Komentář |
| Typ prostředí | Map | Celá mapa ostrova |
| Typ prostředí | Area | Oblast |
| Typ prostředí | Route | Cesta |
| Typ prostředí | Airport | Letiště |
| Typ prostředí | Helipad | Helipad |
| Typ prostředí | Harbor | Přístav |
| Typ agenta | Coordinator | Koordinátor záchranných prací |
| Typ agenta | Drone | Průzkumný dron |
| Typ agenta | Helikoptéra | Helikoptéra |
| Typ agenta | Helicopter | Loď |
| Typ agenta | Airplane | Letadlo |
| Typ agenta | Car | Auto |
| Typ zdroje | Person | Osoba |

Do níže uvedeného prostoru vložte stručný komentář vysvětlující diagram entit po stránce vztahů mezi typy entit. Pokud tvoříte více diagramů, každý z nich musí být okomentován.

Na Mapě (Map) se nacházejí oblasti (Area) kde se shromažďují lidé (Person) čekající na záchranu. Každá oblast musí být propojena s jinou oblasti minimálně jednou cestou (Route). Existujé specifické typy oblastí jako jsou letiště (Airport), přístav (Harbor) a helipad (Helipad). Po mapě se pohybují průzkumné prostředky (Drone), tyto prohledávají jednotlivé oblasti a reportují nalezené osoby koordinátorovi (Coordinator). Na mapě se dále mohou pohybovat záchranné prostředky, tyto přijímají pokyny (Routing) od koordinátora. Záchranné prostředky podle pokynu procházejí po určených cestách jednotlivé oblasti kde nakládají určený počet osob. Záchranné prostředky jsou auta (Car), letadla (Airplane), helikoptéry (Helicopter) a lodě (Boat). Některé záchranné prostředky závisí na konkrétním typu prostředí např. loď na přístavu. Koordinátor si drží přehled jaké osoby byly v kterých oblastech objeveny (PersonRegister).

Do níže uvedeného prostoru vložte samotný diagram entit. Pokud jej potřebujete rozdělit do několika menších schémat, vložte je postupně za sebe. Diagram připravte tak, aby byl po vložení dobře čitelný (pozor na vložení příliš velkého obrázku do A4 formátu stránky).

|  |
| --- |
|  |

## Sekvenční diagram AML

Do níže uvedeného prostoru vložte scénář, dle kterého je sekvenční diagram AML vytvořen. Tento scénář bude vysvětlovat interakce mezi zúčastněnými typy entit, minimálně dvěma. Pro tvorbu sekvenčních diagramů volte vhodné operátory pro interakční rámce (např. alt, opt, look, apod.). Pokud tvoříte více sekvenčních diagramů, pak každý musí být opatřen scénářem.

*(zde vložte scénář pro tvorbu sekvenčního diagramu AML, popisek můžete před vložením vymazat, v případě více scénářů můžete rámeček zkopírovat podle potřeby)*

Do níže uvedeného prostoru vložte diagram. Pokud jej potřebujete rozdělit do několika menších schémat, vložte je postupně za sebe. Diagram připravte tak, aby byl po vložení dobře čitelný (pozor na vložení příliš velkého obrázku do A4 stránky).

|  |
| --- |
|  |

## Diagram společenství / diagram služeb / diagram Perceptor-Effector

Zvolte si jeden ze tří diagramů:

* Diagram společenství (Society Diagram)
* Diagram služeb (Services Diagram)
* Diagram senzor-aktuátor (Perceptor-Effector Diagram)

Do níže uvedené tabulky uveďte Vámi použité typy elementů v závislosti na vybraném diagramu spolu s vysvětlením jejich úlohy v MAS v části Komentář.

Diagram společenství by měl zahrnovat následující typy elementů s  minimálním počtem: typ organizační jednotky (1x), typy rolí entit (2x) a vhodně zvolené sociální asociace (4x). Volitelným prvkem je asociace Zastávej roli (Play Association).

Diagram služeb by měl zahrnovat následující typy elementů s uvedeným počtem: specifikace služby (2x), závislost poskytnutí služby (2x), závislost využívání služby (2x).

Diagram senzor-aktuátor by měl zahrnovat následující typy elementů s  minimálním počtem: typ senzoru (1x), typ aktuátoru (1x), senzor (1x), aktuátor (1x), závislost Vnímej (2x) a závislost Reaguj (2x).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Typ elementu | Název typu elementu | Komentář |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Do níže uvedeného prostoru vložte stručný komentář vysvětlující Vámi zvolený diagram po stránce vztahů mezi typy elementů. Pokud tvoříte více diagramů, každý z nich musí být okomentován.

*(zde vložte popis zvoleného diagramu, popisek můžete před vložením vymazat, v případě více diagramů můžete rámeček zkopírovat podle potřeby)*

Do níže uvedeného prostoru vložte zvolený diagram. Pokud jej potřebujete rozdělit do několika menších schémat, vložte je postupně za sebe. Diagram připravte tak, aby byl po vložení dobře čitelný (pozor na vložení příliš velkého obrázku do A4 formátu stránky).

|  |
| --- |
| *(zde vložte diagram, popisek můžete před vložením vymazat, v případě více diagramů můžete rámeček zkopírovat podle potřeby)* |

## Doplňující popis fungování systému

Tato část nemusí být vyplněna (je nepovinná), ale lze zde popsat textově fungování jednotlivých částí navrhovaného systému v libovolném rozsahu. Může to být vhodné pro upřesnění toho, jak je systém popsán v diagramech nebo ODD+D. Také to může usnadnit návrh techničtějších a detailnějších částí, protože textovým popisem si ujasníte, jak má systém pracovat. Forma je volná.

|  |
| --- |
| *(zde vložte textový popis fungování systému)* |

## Kontrolní checklist

Pro tento semestrální projekt je nutné zpracovat tyto části:

* Rozmyslet a zvolit si téma projektu.
* Nalézt ke zvolenému tématu 4-5 odborných článků.
* Provést rešerši tématu o rozsahu 1-2 strany A4.
* Specifikovat úkolové prostředí stručným popisem jeho hlavních charakteristik (PEAS).
* Napsat anotaci projektu.
* Vyplnit ODD+D protokol.
* Vytvořit a vložit diagram entit (statický model systému).
* Vytvořit a vložit sekvenční diagram (dynamický model systému).
* Vytvořit a vložit jeden z následujících: diagram společenství/služeb/perceptor-effector.