



شخصی سازی یادگیری الکترونیکی تطبیقی در محیط توزیع شده مبتنی بر عامل های سیار

محمد رضا میبدی

ریحانه نوروزی

هادی ناصری

عضو هیات علمی دانشگاه امیرکبیر

کارشناسی ارشد کامپیوتر

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی

E_mail:mmeybodi@aut.ac.ir

E_mail:noroozi_rei@yahoo.com

واحد استهبان

E_mail:nasseri_hadi@yahoo.com

چکیده- یادگیری الکترونیکی، روشی برای ایجاد سیستم آموزشی انعطاف پذیر منطبق بر سطح دانش یادگیر در هر زمان و هر مکان است. شخصی سازی، یکی از مفاهیم کلیدی در جریان آموزش و پرورش است. بر این اساس یادگیری الکترونیکی باید متمرکز روی شخص گرا بودن فرآیند یادگیری شود تا به نتیجه مطلوب در یادگیری برسد [1]. همچنین ضرورت تشریک مساعی و تعامل در محیط های یادگیری الکترونیکی امری بدیهی و لازم است. در این مقاله روشی جهت بهبود شخصی گرا بودن فرآیند یادگیری ارائه شده است. روش پیشنهادی ارائه ی محیطی مبتنی بر تطبیق دانش (محتوای آموزشی) بر اساس توسعه ی مهارت و صلاحیت یادگیر در یادگیری الکترونیکی مطرح شده است. که با تفکیک مهارت ها به دو بخش "لازمه" و "آموختن"، امکان یادگیری در محیط توزیع شده، منطبق بر شرایط یادگیر فراهم می شود. همچنین برای پیاده سازی محیط یادگیری متحرک، از تکنولوژی عامل سیار استفاده شده است.

واژه های کلیدی- تئوری فضای دانش، عامل سیار، یادگیری الکترونیکی، یادگیری تطبیقی.

۱- مقدمه

است. به اشیای یادگیری و مهارت یا صلاحیت که در آموزش دخیل هستند ارجاعی ندارد [5]. این رویکرد با دید کاملاً رفتاری، محدودیت هایی را ایجاد می کند. از قبیل محیط یادگیری باز، توانایی آموزگاران در سر هم کردن دوره های یادگیری جدید از مواد محلی و از انبار دانش راه دور، همچنین توانایی تغییر محتوای آموزشی جدید و

توسعه ی مجموعه ای از مسائل در سیستم مبتنی بر مسائل، بسادگی امکان پذیر نیست. با گذشت زمان مسائل در دامنه ی دانش تغییر می کند و اضافه یا حذف می شود. امکان دارد همه ی روابط پیش نیازی بین مسائل تغییر کند. از اینرو اطلاعات پیش نیازی الحاق شده به هر مساله باید تجدید نظر شود [4]. این مشکل می تواند توسط اختصاص دادن مهارت ها به مسائلی که مربوط به حل شان است حل شود. اختصاص دادن مهارت ها به مساله ی مشخص، مستقل

تئوری فضای دانش برای سیستم های تطبیقی توسط DOIGNON & FALMAGNE در سال ۱۹۹۹ مطرح شد [3]. تئوری مذکور پایه ای برای برخی از سیستم های تطبیقی و یادگیری الکترونیکی موجود در اروپا و امریکا است. که شامل دو نوع، یادگیری تطبیقی با فضای دانش است (Adaptive Learning With Knowledge Spaces) و ابر متن آموزشی تطبیقی رابطه ای (Adaptive Relational Tutoring Hypertext) است [5][2]. این سیستم ها مبتنی بر دامنه ی ثابت و محلی، دانش است. ثابت به این معنی است که دامنه ی دانش بر حسب زمان تغییر نمی کند. محلی به این معنی است که دامنه ی دانش، بطور محلی ذخیره شده است. تئوری اصلی، در حقیقت روشی برای ساخت ساختار دانش مبتنی بر دامنه ثابت و محلی است. تئوری فضای دانش، کاملاً متمرکز روی مشاهده ی رفتار راه حل مساله

از مهارت‌های وابسته به مسائل دیگر است. اضافه کردن مساله جدید در دامنه‌ی دانش، احتیاجی به تجدید نظر در مسائل دیگر ندارد. هنگام پیاده‌سازی این رویکرد، اختصاص مهارت‌ها به مسائل، توسط متاداده‌ی اختصاص داده شده مشخص می‌شود. در سیستمی مبتنی بر این رویکرد، همچنین رویه‌ای برای تعیین حالت دانش یک یادگیر بر اساس تعریف وابستگی روابط روی مسائل وجود دارد.

۲- توسعه‌ی مبتنی بر صلاحیت

طبق آنچه ذکر شد تئوری فضای دانش را می‌توان با ترکیب ارجاع صریح به اشیا یادگیری و مهارت‌ها و صلاحیت‌های اصولی توسعه داد. این روش فقط یکپارچه‌گی قسمت‌های مختلف نیست، بلکه پیاده‌سازی یک سیستم یادگیری شخصی را شفاف می‌کند. گذشته از تعیین مسائل در این جا، اشیا یادگیری (LO) هستند، که دانش و پیوند مهارت‌ها با مواد آموزشی را بیان می‌کند. از اینرو، توسعه‌ی تئوری فضای دانش با سه نوع متفاوت از موجودیت‌ها سر و کار دارد، که عبارتند از:

مجموعه Q از تعیین مسائل.

مجموعه L از LOS .

مجموعه S از مهارت‌های مربوط به حل مسائل، و آموختن توسط LOS .

مهارت‌ها در یک مجموعه S با توجه به امکانات یادگیران بصورت دانه‌ریز و سطح پایین توصیف و فراهم می‌شوند. تمام دسته‌های این مهارت‌ها، توسط مساله‌ی معین یا آموزش توسط LO تست می‌شوند. فرض می‌شود هر یک از این مجموعه‌های پایه، دارای ساختاراند، هر یک حاصل گردآوری از زیر مجموعه‌های از مجموعه‌ی مربوطه هستند. مطابق زیر:

ساختار دانش روی مجموعه Q از مسائل معین استنتاج می‌شود.

ساختار یادگیری روی مجموعه‌ی L از LOS استنتاج می‌شود.

ساختار صلاحیت روی مجموعه‌ای از مهارت‌های S استنتاج می‌شود.

فرم‌های ساختار دانش پایه‌ای مبتنی بر مساله، برآوردی از صلاحیت دانش‌آموزان است. ساختار یادگیری بانضمام حالت صلاحیت جاری دانش‌آموزان (زیر مجموعه از مهارت‌های قابل دسترس، عناصری از ساختار صلاحیت) در تولید مسیر یادگیری شخصی استفاده می‌شود. از اینرو ساختار دانش برای یادگیری و ساختار صلاحیت تعریف می‌شود. هدف اصلی از این تعریف، تعیین محدوده‌ای از اطلاعات است که برای ساخت همه‌ی این ساختارها نیاز است. برای ایجاد و فراهم کردن ساختار دانش و ساختار صلاحیت باید دامنه‌ی دانش را مورد بررسی قرار داد. برای این منظور مدلی از دامنه‌ی دانش ایجاد می‌کنیم تا بتوانیم با استفاده از آن ساختارهای مورد نظر را بسازیم.

۲-۱- مدل کردن دامنه‌ی دانش

برای مدل کردن دامنه‌ی دانش به روش زیر که شامل چهار مرحله است عمل می‌کنیم:

مرحله ۱: شناسایی و نمایش مسیرهای حل

مجموعه Q از مسائل q و مجموعه‌ی E از صلاحیت‌های مقدماتی e (توانایی و مهارت‌ها) از نیازهای دامنه‌ی دانش W است. در مرحله اول باید آنالیز کرد که چه راه حل‌های برای رسیدن به حل مسله وجود دارد، "تحلیلی که چگونه می‌توان مساله را حل کرد". برای یک مساله ممکن است بیش از یک راه حل وجود داشته باشد. در مراحل بعدی شرح داده می‌شود که چگونه می‌توان مسیرهای حل با توجه به صلاحیت‌های مقدماتی از هم منشعب شوند.

مسائل و صلاحیت‌ها، لازمه‌ی حل هستند، مسائل توسط تابع (۱) به یکدیگر نگاشت شده‌اند. اجتماع زیرمجموعه‌های تخصیص داده شده به مسائل، مجموعه (۲) را تشکیل می‌دهند.

$$f: Q \rightarrow \wp(\wp(E)) \quad \wp: \text{Power Set} \quad (1)$$

$$L = \cup \{f(Q) \setminus q \in Q\} \quad (2)$$

مرحله ۲: ایجاد فضای دانش

بسته بودن مجموعه L تحت عمل اجتماع ساختار صلاحیت K را می‌سازد. اگر برای همه‌ی مسائل اختصاص داده شده فقط یک راه حل در ساختار صلاحیت باشد به آن فضای

کلی‌تر، حل شده باشد می‌توان مساله‌ی جزئی را تخمین زد. برای نشان دادن قابلیت اجرا و مفید بودن متدولوژی که بحث شد، مثال زیر را ببینید.

۲-۲- مثال

دامنه‌ی W از توان شمردن با مجموعه مسائل $Q = \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$ و مجموعه صلاحیت اولیه‌ی شمردن $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$ برای حل مسائل ارائه شده است.

توصیف مسائل

q_1 : موضوع درخواست خواندن اعداد از ۱ تا ۱۰.

q_2 : آرایه‌ای خطی از عناصر داریم. موضوع درخواست شمردن عناصر است.

q_3 : آرایه‌ای خطی از عناصر داریم. موضوع درخواست تعیین اعداد تکراری است.

q_4 : آرایه‌ای خطی از عناصر داریم. موضوع درخواست بتوان از عناصر مختلف شمردن آغاز کرد.

q_5 : عمل افزایش روی عناصر واقعی. موضوع، حل مساله اضافه کردن است.

توصیف صلاحیت

e_1 : قاعده کلی ترتیب-ثابت. توانایی بیان اعداد بطور درست و بترتیب در زمان معین.

e_2 : قاعده یک-یک. توانایی انتساب(اختصاص) درست اعداد به هریک از عناصر شمرده شده.

e_3 : قاعده کاردینال. دانستن این که آخرین عدد در توالی شمارش، کاردینال یک مجموعه است.

e_4 : قاعده توالی. دانستن اینکه شمارش می‌تواند از هر شی در یک آرایه شروع شود.

e_5 : الگوی افزایش. دانستن اینکه اگر شی به مجموعه معین اضافه شود، این افزایش است.

روند اجرای مراحل:

صلاحیت $quasi\ ordinal$ گفته می‌شود، که تحت عمل اجتماع و اشتراک پایدار است. اگر مسیرهای حل مختلفی وجود داشته باشد نتیجه، ساختار دانشی است که به آن فضای صلاحیت گفته می‌شود که فقط تحت عمل اجتماع پایدار است. زیرمجموعه‌های از صلاحیت مقدماتی توسط بستر تحت عمل اجتماع ایجاد می‌شوند که حالت‌های صلاحیت k گفته می‌شود، آنها عناصر ساختار صلاحیت هستند.

مرحله ۳: بیان نسبت سطوح صلاحیت و عملکرد

در این مرحله تفسیر کاربردی تابع $\rho(K) : Q \rightarrow \rho(K)$ بیان می‌شود. با توجه اختصاص همه‌ی حالت‌های صلاحیت به هر مساله، کدامیک قابل حل است. مساله‌ای در یک حالت معین وقتی قابل حل است که حالت اختصاص داده شده به آن توسط تابع f یک زیرمجموعه از حالت نشان داده شده باشد. استنتاج از تفسیر تابع، تابع $\rho(Q) : K \rightarrow p$ را نمایش می‌دهد. همه‌ی مسائلی که با توجه به حالت‌های صلاحیت اختصاص داده شده قابل حل هستند. یک مساله با یک حالت صلاحیت وقتی قابل حل است که حالت اختصاص داده شده به آن توسط تابع f یک زیر مجموعه از حالت نمایش داده شده است. زیرمجموعه‌های از مسائل که برای هر حالت صلاحیت توسط تابع ارائه می‌شود حالت‌های عملکرد $p(k)$ گفته می‌شود. آنها عناصری از ساختار عملکرد p هستند. اگر فقط یک مسیر برای حل هر مساله مشخص شده باشد نتیجه فضای عملکرد $quasi\ ordinal$ است.

مرحله ۴: مشتقات درجه روی مجموعه مسائل

از ساختار عملکرد می‌توان وابستگی‌های راه‌حل مسائل را استنتاج کرد. اولاً، $P(k)_q$ همه‌ی حالت‌های عملکرد هستند که به هر مساله‌ی شامل q اختصاص داده شده است. بدین ترتیب، این حالت‌های عملکرد از حداقل (کمینه) رابطه‌ی زیرمجموعه‌ای \subseteq گرفته شده است. وابستگی‌های حل ارائه شده، رابطه‌ی تخمینی \leq یا سیستم تخمینی σ ، فضای عملکرد $quasi\ ordinal$ یا فضای عملکرد نامیده می‌شود. بطور گرافیکی ترتیب روی مجموعه‌ای از مسائل می‌تواند در یک ترسیم روبه بالا یا با گراف "یا"، "و" نمایش داد. برای هر دو مساله‌ی مربوط به هم اگر مساله‌ی

مرحله ۱: شناسایی و نمایش مسیرهای حل

دارند.

برای تعبیر تابع P ستون ششم را در نظر بگیرید. همه‌ی مسائلی که به حالت صلاحیت $\{e_1, e_2, e_4\}$ نگاشت شده‌اند و توسط این حالت قابل حل هستند، نمایش داده شده است.

جدول ۲

	$\{e_1\}$	$\{e_1, e_2\}$	$\{e_1, e_2, e_3\}$	$\{e_1, e_2, e_4\}$	$\{e_1, e_2, e_4, e_5\}$	$\{e_1, e_2, e_3, e_4\}$	$\{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$
q_1	*	•	•	•	•	•	•
q_2	*	•	•	•	•	•	•
q_3		*				•	•
q_4			*	•	•	•	•
q_5					*	•	•

زیرمجموعه‌های از مسائل که توسط هر حالت صلاحیت قابل حل است در سطر آخر جدول بالا نمایش داده شده است. که فضای عملکرد را تشکیل می‌دهند.

$$P = \left\{ \{ \}, \{q_1\}, \{q_1, q_2\}, \{q_1, q_2, q_3\}, \{q_1, q_2, q_4\}, \{q_1, q_2, q_4, q_5\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\} \right\}$$

مرحله ۴: مشتقات درجه روی مجموعه مسائل

از فضای عملکرد، وابستگی‌های میان مسائل و ترتیب روی مجموعه‌ی مسائل را می‌توان درک کرد. "اولاً"، $P(k)_q$ همه‌ی حالت‌های عملکرد هستند که به هر مساله‌ی شامل q اختصاص داده شده است. بدین ترتیب، این حالت‌های عملکرد از حداقل (کمینه) رابطه‌ی زیرمجموعه‌ای گرفته شده است. این رویه در جدول زیر نمایش داده شده است. حالت‌های حداقلی پر رنگ تر نشان داده شده‌اند.

$P(k)_q$
$\{q_1\}, \{q_1, q_2\}, \{q_1, q_2, q_3\}, \{q_1, q_2, q_4\}, \{q_1, q_2, q_4, q_5\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$
$\{q_1, q_2\}, \{q_1, q_2, q_3\}, \{q_1, q_2, q_4\}, \{q_1, q_2, q_4, q_5\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$
$\{q_1, q_2, q_3\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$
$\{q_1, q_2, q_4\}, \{q_1, q_2, q_4, q_5\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$
$\{q_1, q_2, q_4, q_5\}, \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$

نتیجه وابستگی‌های میان مسائل بصورت گرافیکی از پایین به بالا نمایش داده شده است

پس از ایجاد ساختار صلاحیت و ساختار دانش برای ایجاد ساختار یادگیری ابتدا مهارت‌ها را به مسائل معین و اشیای

مسیرهای حل توسط ارائه‌ی زیرمجموعه‌های از صلاحیت مقدماتی که راه‌حلی برای مسائل به حساب می‌آیند توصیف شده‌اند. تابع f در جدول زیر بطور کامل زیرمجموعه‌های اختصاص داده شده به مسائل را نشان می‌دهد. زیرمجموعه‌های $f(q)$ در مجموعه L بطور خلاصه است.

جدول ۱

q	$f\{q\}$
q_1	$\{e_1\}$
q_2	$\{e_1, e_2\}$
q_3	$\{e_1, e_2, e_3\}$
q_4	$\{e_1, e_2, e_4\}$
q_5	$\{e_1, e_2, e_4, e_5\}$

$L = \{ \{e_1\}, \{e_1, e_2\}, \{e_1, e_2, e_3\}, \{e_1, e_2, e_4\}, \{e_1, e_2, e_4, e_5\} \}$
مرحله ۲: بدست آوردن فضای صلاحیت

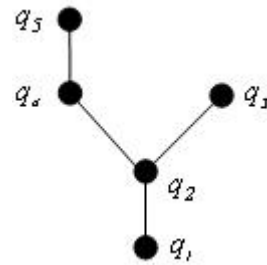
توسط بسته بودن مجموعه L تحت عمل اجتماع فضای صلاحیت quasi ordinal K بدست می‌آید. همیشه تعریف فضای صلاحیت، شامل مجموعه تهی است. فضای صلاحیت k شامل ۸ عضو زیر است.

$K = \{ \{ \}, \{e_1\}, \{e_1, e_2\}, \{e_1, e_2, e_3\}, \{e_1, e_2, e_4\}, \{e_1, e_2, e_4, e_5\}, \{e_1, e_2, e_3, e_4\}, \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\} \}$
مرحله ۳: بیان نسبت سطوح صلاحیت و عملکرد

در این مرحله ابتدا توسط تابع $\wp(K) : A \rightarrow \wp(K)$ همه‌ی حالت‌های صلاحیت که برای حل هر مساله به حساب می‌آیند را اختصاص می‌دهد. "ثانیاً"، تابع $p : K \rightarrow \wp(Q)$ همه‌ی مسائلی که توسط هر حالت صلاحیت، قابل حل است را ارائه می‌کند. در جدول زیر این دو تابع نمایش داده شده است.

برای یک تعبیر از تابع k سطر چهارم را در نظر بگیرید. مساله q_3 به سه حالت صلاحیت نگاشت شده است. یکی از این حالت‌ها $\{e_1, e_2, e_3\}$ است که توسط تابع f اختصاص داده شده (با * مشخص شده) و دوتای دیگر $\{e_1, e_2, e_3, e_4\}, \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$ (مشخص شده با •) هستند. همه‌ی این حالت‌ها اجازه‌ی حل این مساله را

یادگیری اختصاص می‌دهیم. روابط بین مسائل معین



و مهارت‌ها می‌تواند توسط نگاشت فرموله شود. نگاشت S (تابع مهارت، نگاشت k) همه‌ی حالت‌های صلاحیت که برای حل هر مساله لازم است را اختصاص می‌دهد. به عبارت دیگر، پیوند یک مجموعه از زیرمجموعه‌های مهارت‌ها به هر مساله است. هر یک از این زیرمجموعه‌ها (هر صلاحیت) شامل مهارت‌های که برای حل مساله کفایت می‌کند است. اختصاص بیش از یک صلاحیت به مساله نیاز به دقت زیاد دارد، با توجه به این حقیقت که ممکن است بیشتر از یک روش برای حل آن وجود داشته باشد. نگاشت P (تابع مساله) همه‌ی مسائلی که توسط هر حالت صلاحیت، قابل حل است را ارائه می‌کند. به عبارت دیگر پیوندی به هر زیرمجموعه از مهارت‌های مجموعه مسائل است، که می‌تواند با آن حل شوند. این تعریف یک ساختار دانش است زیرا اجتماع زیرمجموعه‌های حالت‌های دانش ممکن، ارزشمند هستند. در مقابل اجتماع کل زیر مجموعه‌های حالت‌های دانش واقعا بی‌ارزشند. این نشان می‌دهد که هر دو مفهوم بالا یکسان هستند.

در نتیجه، تنها یکی از دو تابع نیاز است چون هر دو، ساختار دانش مربوطه را می‌سازند. توجه را به تابع مهارت محدود می‌کنیم زیرا ممکن است بعنوان نماینده‌ی واگذاری متاداده به مسائل تفسیر شود. پیرو این اختصاص دادن (معنایی) متاداده به مسائل معین، محدودیت‌های روی حالت‌های دانش ممکن، که احتمال رخ داد آن وجود دارد، ایجاد می‌کند. در عمل، تابع مهارت برای مجموعه‌ی Q از مسائل معین که وابستگی بین مهارت‌ها را معرفی کرده باشد وجود دارد.

رابطه بین مجموعه L از LOs و مهارت‌های در S توسط دو نگاشت صورت می‌گیرد. نگاشت r به هر LO یک زیرمجموعه‌ای از مهارت‌ها (صلاحیت لازم) پیوند می‌دهد.

کاراکترهای پیش‌نیاز برای ارتباط (داد و ستد) و یا فهمیدن LO ، پیوند می‌دهد. نگاشت t به هر LO یک زیر مجموعه از مهارت‌ها (صلاحیت آموختنی) پیوند می‌دهد، که به محتوای آموختنی واقعی توسط LO ارجاع می‌دهد.

با دو نگاشت r و t که به هر شی یادگیری اختصاص داده شده و زیر مجموعه‌ای از صلاحیت‌ها هستند، می‌توان یک نگاشت تخمینی S_L روی مجموعه‌ی صلاحیت‌ها مشتق کرد. برای هر صلاحیت c ، مجموعه‌ی $S_L(c)$ شامل مجموعه‌های $r(l) \cup t(l)$ از همه‌ی اشیای یادگیری l ، که صلاحیت c را آموزش می‌دهند. یعنی همه‌ی اشیای یادگیری l برای هر کدام از c ‌ها، $t(l)$ را نگهداری می‌کند. این نگاشت تخمینی S_L تحت عمل انتقال پذیری بسته است. نگاشت تخمینی S_L و بستار آن روی مجموعه‌ای از صلاحیت‌ها، فضای صلاحیت ایجاد می‌کند. یعنی مجموعه‌ای از همه‌ی حالت‌های صلاحیت ممکن را ایجاد می‌کند.

بطور کلی تخصیص مهارت‌ها به اشیای یادگیری این امکان برای نزدیک شدن به هر کدام از اشیای یادگیری که پس از آن ارائه می‌شود بر طبق حالت دانش معین فراهم می‌کند. مفهوم لبه داخلی و خارجی از حالت صلاحیت می‌تواند پایه‌ای برای پیاده‌سازی یادگیری شخصی‌گرا باشد. لبه داخلی از حالت دانش بیان‌گر این مطلب است که "یادگیر چه می‌تواند انجام دهد" و لبه خارجی بیان می‌کند "یادگیر آماده‌ی یادگیری چه است". بر این اساس، برای پیشرفت در فرآیند یادگیری، مهارت‌های بعدی برای یادگیری باید از لبه خارجی حالت صلاحیت جاری انتخاب شوند. بدین ترتیب، شی یادگیری متناسبی انتخاب می‌شود که توسط مهارت‌های لازمه که یادگیر قبلاً به آن در دسترسی داشته و مهارت‌های آموختنی که مطابق لبه‌ی خارجی حالت صلاحیت جاری است مشخص شده باشد.

۳- نگاشت توزیع شده

ساختن یک ساختار دانش کارا و کاربردی برای آیتم‌های توزیع شده هنوز به صورت یک مساله باز قرار دارد. در ادامه تئوری برای ساخت فضای دانش کارا و کاربردی برای دامنه‌های دانش که هر دو خصوصیت پویای و توزیع شده دارا هستند بحث می‌شود. به این معنی که موضوعات

$$k(\vee \{A : A \in D\}) \quad (6)$$

بدین ترتیب نگاشت مهارت توزیع شده می تواند یک ارائه ی توزیع شده از فضای دانش (quasi ordinal) به نظر رسد.

۳-۱- ساختن و ارزیابی نگاشت مهارت توزیع شده

بطور فیزیکی، عناصر یک نگاشت مهارت توزیع شده (D, \vee) در مکان های جداگانه در فضا مقیم هستند. همچنین آنها می توانند در نقاط مختلف و زمان های مختلف تولید شوند. D' زیر مجموعه ای از همه عناصر در D که قابل دسترس برای یک کاربر معین در یک مکان ویژه است نگاشت مهارت توزیع شده قابل دسترس برای کاربر است.

بطور محلی، $A := (Q_A, S_A, \sigma_A)$ یک نگاشت مهارت ارائه شده در یک اجتماع (مجموعه) R از زوج های (q, p) ، هر جا $q \in Q_A$ است، $P \subseteq S_A$ یک مجموعه از مهارت های مانند $\sigma_A(q) = P$ و R یک انبار محلی از نگاشت مهارت A خوانده می شود. در ساخت یک انبار محلی اول احتیاج به تعیین کردن زوج های (q, P) است. سپس هر کدام از آیتم ها (مسائل، موضوعات یادگیری و...) با یک مجموعه از مهارت ها ضمیمه می شود. تنها نیازمندی این آیتم ها در انبار محلی داشتن یکتایی (سازگاری مطمئن از نگاشت σ_A) برای همه $q \in Q_A$ ،

$$(q, P) \in R \text{ and } (q, P') \in R \Rightarrow P = P' \quad (7)$$

تکنیکی: شمای متاداده، تعاریفی برای ارائه ای از عناصر یک انبار محلی اختصاص می دهد. (زوج (q, P)) کاربر اجازه دارد سه نوع عملیات با انبار محلی و از راه دور انجام دهد.

درج، حذف و ویرایش آیتم ها (q, P) در انبار محلی.

بازیابی آیتم ها از انبار محلی.

بازیابی آیتم ها از انبار راه دور.

هر سه عملگر در حقیقت، یک نگاشت مهارت محلی بطور ضمنی از یک فضای دانش هستند که می تواند برای یادگیری الکترونیکی و اهداف ارزیابی بکار رود. بدین ترتیب مزیت نگاشت مهارت توزیع شده در این است که ساختار دانش متناظر می تواند بطور محلی برای زیرمجموعه ی ویژه از

یادگیری ممکن است در محل دیگری مستقر باشند و هر کس از هر محلی دسترسی بصورت محلی و از راه دور (Remote) به موضوعات یادگیری داشته باشد. علاوه بر این یک مجموعه (انبار) از موضوعات یادگیری در موقعیت های گوناگونی هستند و بصورت پویا و مستمر موضوعات یادگیری در محل انبار اضافه یا کم می شوند. از اینرو نیاز به تعریف نگاشت مهارت توزیع شده مطرح می شود [۵] [۴].

یک نگاشت مهارت توزیع شده یک زوج (D, \vee) است. هر کجا D یک اجتماع از نگاشت های مهارت است. "v" (Read: join) یک عملگر دوتایی این چنینی است: فرضاً سه نگاشت مهارت $A := (Q_A, S_A, \sigma_A)$ و $B := (Q_B, S_B, \sigma_B)$ و $C := (Q_C, S_C, \sigma_C)$ در D است. آنگاه اگر و فقط اگر

$$Q_C = Q_A \cup Q_B \quad 1.$$

$$S_C = S_A \cup S_B \quad 2.$$

$$\sigma_C(q) = \sigma_A(q) \cup \sigma_B(q) \text{ for all } q \in Q_C \quad 3.$$

این یک حقیقت ساده است، که join از دو نگاشت مهارت هنوز یک نگاشت مهارت است. نگاشت مهارت توزیع شده (D^*, \vee) کامل گفته می شود اگر

$$A \vee B \in D^* \text{ whenever } A, B \in D^* \quad (3)$$

بدین ترتیب هر نگاشت مهارت توزیع شده کامل یک عنصر $T = (Q_T, S_T, \sigma_T)$ ، top دارد که تعیین شده توسط

$$T = \vee \{A : A \in D^*\} \quad (4)$$

برطبق این ساختار دانش، یک نگاشت مهارت توزیع شده کامل (D^*, \vee) دارای عنصر T ، هر کجا $k(T)$ برای هر $A \in D^*$

$$k(T) := \{K \subseteq Q_A : K = \sigma(T) \text{ for some } T \subseteq S_A\} \quad (5)$$

در حقیقت $k(T)$ یک فضای دانش quasi ordinal است، که از این حقیقت که T در واقع یک نگاشت مهارت است منتج می شود. به علاوه نظر به اینکه بستر join از نگاشت مهارت توزیع شده (D^*, \vee) یک نگاشت مهارت توزیع شده کامل است، فضای دانش تعیین شده بوسیله D بصورت زیر است.

$$X^\downarrow := \{q \in Q_A : q \leq_A x \text{ for some } x \in X\} \quad (10)$$

Down-set از X در (Q_A, \leq_A) است.

فرض کنید حالت دانش $K^* \subseteq Q_A$ از یادگیر، که تمام نگاشت مهارت A را پوشش نمی‌دهد را دارد. این رخداد در یک روند سنجش مرحله‌ای در هر کجا صورت می‌گیرد. در مرحله‌ی $n > 0$ یک سوال جدید $q_n \in Q_A$ برای یادگیر مطرح می‌شود، و با ارائه جواب یادگیر، حالت دانش $K_n \subseteq Q_A$ یادگیر به روز رسانی می‌شود.

با این فرض که در ابتدا $n = 0$ و دانشی درباره K^* نیست الگوریتم ارزیابی براساس زیر است:

$$n \leftarrow 0, K_n \leftarrow \emptyset, Q_n \leftarrow Q_A$$

while $Q_n \neq \emptyset$ do:

choose new item q from Q_n ;

obtain answer r for q from student;

if $r = 1$ (correct answer) then

$$K_{n+1} \leftarrow K_n \cup \{q\}^\uparrow;$$

$$Q_{n+1} \leftarrow Q_n \setminus \{q\}^\downarrow;$$

else

$$Q_{n+1} \leftarrow Q_n \setminus \{q\}^\uparrow;$$

end

$$n \leftarrow n + 1;$$

end.

این الگوریتم با تعداد متناهی از مراحل $m \leq |Q_A|$ و اگر خطای بی‌دقتی در فرآیند ارزیابی رخ ندهد پایان می‌پذیرد. حالت دانش یادگیر توسط این روند برابر $K^* = K_m$ خواهد بود. بهروری این روش زمانی است که $|Q_A|$ خیلی زیاد باشد و تعداد مراحل m که پیش‌بینی کرده‌ایم خیلی کوچکتر از $|Q_A|$ باشد.

۴- محیط‌های یادگیری مبتنی برعامل

ضرورت تشریک مساعی و تعامل در محیط‌های یادگیری الکترونیکی امری بدیهی و لازم است. همچنین به وجود محیطی برای اشتراک و مدیریت مصنوعات، در محیط یادگیری الکترونیکی نیاز است. در ادامه برای استفاده مجدد از مصنوعات در سطح وسیع از محیط‌های توزیع شده

مجموعه آیت‌ها بوسیله کاربر مشتق شود.

۳-۲- نحوه‌ی ارزیابی حالت دانش یک یادگیر

Q یک مجموعه معین از آیت‌ها است. k مجموعه‌ای از همه آیت‌های که این محصل در آن مهارت دارد. تئوری فضای دانش رویه‌ای برای ارزیابی کارا از حالت دانش، یادگیر را فراهم می‌کند. به شرط آنکه یک ارائه صریح از فضای دانش قابل دسترس در این رویه‌ها را مهیا شده باشد.

وقتی آیت‌های Q در فضا توزیع شده‌اند. اشتقاقی صریح از فضای دانش برای Q ، روشی ناکارآمد است. کاربر یک مجموعه از عناصر (q, p) از انبارهای مختلف (محلی یا راه دور) ساخته شده را گردآوری می‌کند. این روش یک نگاشت مهارت محلی $A := (Q_A, S_A, \sigma_A)$ است. این نگاشت مهارت در تشخیص مهارت یک یادگیر با رویه بالا استفاده می‌شود. کاربر به اشتقاقی صریح از فضای دانش مطابق A نیاز دارد. که فراهم کردن این مشتقات صریح از فضای دانش از زمان و فضای کاربر خارج است.

برای این منظور می‌توان از فضای دانش quasi ordinal رویه سنجش موثر استنتاج کرد. که نیاز به ساخت مشتقات صریحی از فضای دانش متناظر با نگاشت مهارت معین A نباشد. در این رویه ابتدا یک رابطه دوتایی \leq_A روی Q_A بطوریکه برای هر دو آیت $p, q \in Q_A$

$$p \leq_A q \Leftrightarrow \sigma_A(p) \subseteq \sigma_A(q) \quad (8)$$

مفهوم این رابطه چنین است: "این واقعیت که یادگیری که مهارت آیت p را دارد مهارت لازم برای q را نیز دارد و می‌تواند آن را تخمین بزند." یا بطور هم ارز "این حقیقت که یادگیری که مهارت‌های q را ندارد نمی‌تواند مهارت p را داشته باشد."

با این مقدمه از رابطه‌ی \leq_A فرض زیر معین است: تناظر یک به یک بین فضای دانش quasi-ordinal روی مجموعه‌ی Q و رابطه‌های تخمینی برای Q وجود دارد. نماد زیر را برای زیر مجموعه‌ی $X \subseteq Q_A$ مطرح می‌شود:

$$X^\uparrow := \{q \in Q_A : x \leq_A q \text{ for some } x \in X\} \quad (9)$$

که up-set از X در مجموعه مرتب (Q_A, \leq_A) است. و

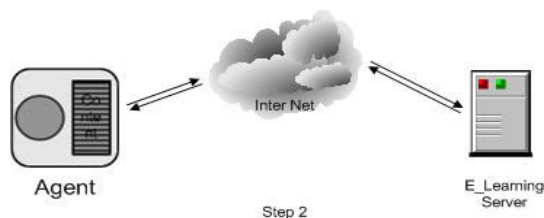
بخش پایگاه داده محتوا: شامل دانش وموضوعات یادگیری است.

بخش ارائه: که مسئول تنظیم، تبدیل و تطبیق شمای (رابط کاربر) محتوا بر اساس ویژگی یادگیرنده است.

عامل: عامل، جزء متحرک بین کلیه بخش ها است و حمل و نقل داده و ارتباط اجزا را برعهده دارد.

روند انجام مراحل

ابتدا یادگیرنده درخواست و شرایط خود بیان می کند. عامل پس از دریافت درخواست و شرایط یادگیرنده همچنین ویژگی های یادگیرنده و سیستم را نیز ثبت می کند (شکل ۲). سپس به سرور منتقل می شود.



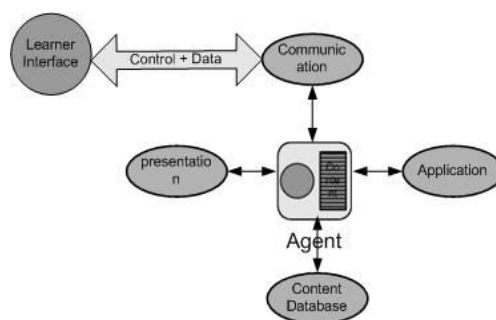
شکل ۲: انتقال عامل به سرور

پس از انتقال ابتدا مجاز به ورود بودن عامل به سرور بررسی می شود. اگر سوابقی از یادگیرنده در سرور است آنها بازیابی می شوند و همچنین با شرایط فعلی یادگیرنده (ثبت شده در عامل) تلفیق می شود (مرحله اول از شکل ۳). در این مرحله حالت دانش یادگیر براساس تئوری دانش ارزیابی می شود. تا میزان مهارت یادگیر مشخص شود، تا برای مرحله بعد مشخص شود که یادگیر باید به کدام محتوای یادگیری (آموزش) دسترسی داشته باشد. یا به عبارت دیگر کدام محتوای آموزشی در مرحله بعد باید به یادگیر ارائه شود.

پس از آن به مرحله کنترل کاربرد می رود و بر اساس فرآیند یادگیری برطبق میزان مهارت، ویژگی و درخواست (پرسش یا ادامه درس) یادگیرنده فرم پاسخی مهیا می شود (مرحله دوم از شکل ۳). این فرم با توجه به محتوای پایگاه داده دانش پاسخ (آموزش مربوطه و یا جواب پرسش) تنظیم شده و به عامل تحویل می دهد. در بخش ارائه با در نظر گرفتن تمام شرایط و ویژگی ها پاسخ فرمت بندی مناسبی از لحاظ ظاهر پیدا می کند (مرحله سوم از شکل ۳). در انتها عامل به مکان یادگیرنده منتقل می شود و پاسخ (جواب سؤال، درس

راهکاری پیشنهاد می شود. این راهکار، ایجاد واسطی توسط عامل سیار برای محیط های یادگیری توزیع شده برطبق تئوری فضای دانش و توسعه ی مهارت و صلاحیت در فضای دانش است. سرویس هایی برای این لایه در نظر گرفته شده است که تعدادی از این سرویس ها از ویژگی عامل سیار است. در واقع این روش، نقش عامل سیار را در محیط های یادگیری الکترونیکی توزیع شده، به عنوان ابزاری برای مدیریت و اشتراک مصنوعات نشان می دهد. همچنین معماری پیشنهاد شده متناسب برای نگاشت به عامل سیار است.

عامل ها ویژگی های از قبیل متحرک بودن، همکاری، یادگیری و... دارند که از این ویژگی ها برای ساخت یک محیط یادگیری الکترونیکی می توان استفاده کرد به این صورت که: یادگیرنده در خواست و شرایط خود را بیان می کند عامل این درخواست را دریافت می کند سپس عامل به سرور (سیستم) منتقل می شود و پس از تعامل با اجزای سرور پاسخی بر اساس درخواست و ویژگی کاربر تنظیم می کند. (شکل ۱)



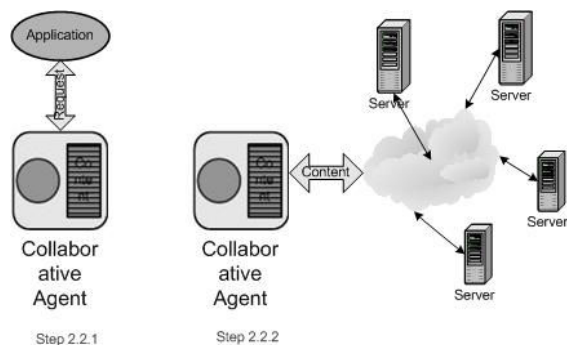
شکل ۱: شمای کلی از معماری

شکل ۱ یک شمای کلی از معماری است که شامل اجزای زیر است.

قسمت مشتری: بخش رابط کاربر که ارتباط دهنده یادگیرنده با عامل را برقرار می کند.

قسمت سرور: بخش ارتباط دهنده سرور که مسئول ارتباط دهنده بین سرور با مشتری است.

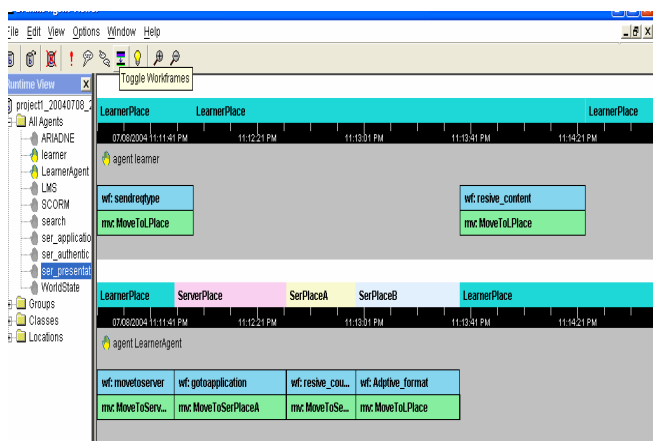
بخش کنترل کاربرد: مهمترین بخش (بلاک) این سیستم است که مسئول پیدا کردن و ایجاد پاسخ مناسب به درخواست عامل است.



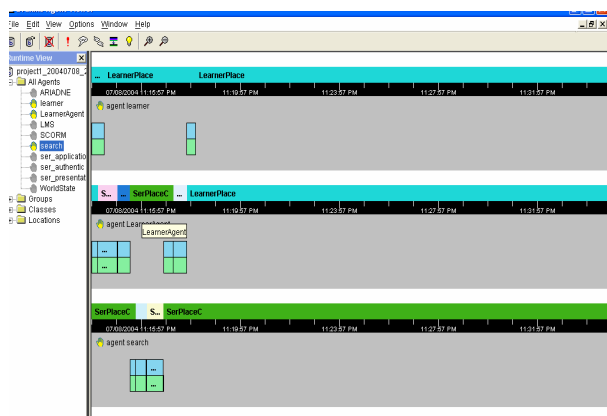
شکل ۴: انتقال عامل به سرور همکار

۵- شبیه سازی

برای شبیه سازی روش پیشنهادی از زبان Brahms استفاده شده است. زبان Brahms محیطی را برای شبیه سازی عامل متحرک فراهم می کند. نتایج شبیه سازی این روش بصورت زیر است.

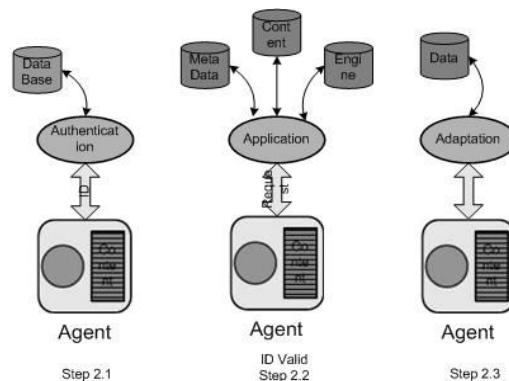


شکل ۵: نحوه فعالیت عامل یادگیر در درس جدید



شکل ۶: نحوه پاسخ به درخواست یادگیر با همکاری سرورهای یادگیر همکار

جدید) را به یادگیرنده ارائه می دهد عامل و در زمان یادگیری کلیه موارد را تحت کنترل دارد و به عنوان سوابقی از یادگیرنده ثبت می کند تا در نهایت به بخش ثبت سوابق یادگیرنده ارسال کند.



شکل ۳: نمای از روند انجام مراحل

اگر یادگیرنده سوالی مطرح کند که سرور با محتویات خود قادر به پاسخ گویی نباشد در این صورت این سرور کارایی ندارد و یادگیرنده باید به سرور دیگری مراجعه کند. در اینصورت هزینه های زیادی صرف مواردی از قبیل دریافت اشتراک، نرم افزار و سخت افزار جدید (در صورت لزوم)، دریافت مطالب تکراری آشنایی با روش آموزش جدید، زمان زیاد برای جستجو و... می شود. برای حل این مشکل می توان این طرح را در نظر گرفت، زمانی که یک سرور قادر به پاسخ گویی نیست می تواند درخواست یادگیرنده را با کمبودهای خود تلفیق کرده و یک درخواست ایجاد کند. این درخواست را به عامل یادگیری ارائه کند (مرحله اول از شکل ۴). این عامل به سرورهای آموزشی همکار (سیستم های یادگیری الکترونیکی) منتقل می شود. در تعامل با سرورهای همکار در صورت وجود پاسخ، آن را دریافت می کند. به سرور اولیه برمی گردد در برگشت پاسخ را به کنترل کاربرد تحویل می دهد کنترل کاربرد با استفاده از امکانات خود (نرم افزار و منابع انسانی (مولف، استاد و...)) پاسخ را با محتویات یادگیری خود تطبیق می دهد. دانش جدید را به پایگاه دانش محلی یا آدرس دانش را به پایگاه آدرس محلی اضافه می کند، تا در استفاده مجدد بتواند از آن استفاده کند (مرحله دوم از شکل ۴). در انتها مانند روند قبل به عامل یادگیر یادگیرنده پاسخ می دهد.

پیچیده است، می‌توانند توسط تکنیک‌های ساده‌تری انجام گیرند.

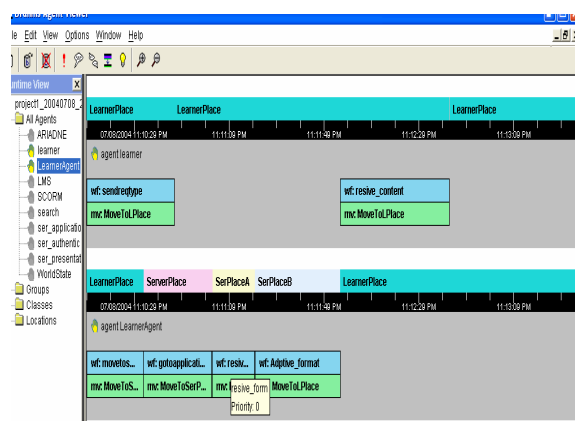
تحمل پذیری خطا و ترافیک شبکه: استفاده از عامل‌های متحرک یادگیر سودمندتر از استفاده از اتصالات شبکه‌های غیرقابل اعتماد و کند هستند. عامل‌های سیار یادگیر، نیازمند اتصالات مداوم شبکه نیستند. زمانیکه اتصال برقرار است به سرور تکیه می‌کند. حتی ممکن است با شبکه مطابقت پیدا کند. استراتژی‌اش را زمانیکه لازم است تنظیم می‌کند.

غیرهمزمانی و همروندی بیشتر: با توجه به اینکه عامل‌های یادگیر بیشتری می‌توانند ایجاد شوند، و به جاهای مختلفی برای انجام کارهای قابل تقسیم فرستاده شوند بنابراین جمع آوری اطلاعات غیرهمزمان و همروند به خوبی پشتیبانی می‌شوند.

تطابق با شرایط نامتقارن: عامل‌های متحرک یادگیر دارای کارایی بیشتری در انجام یادگیری، در محیط‌های نامتقارن هستند. این نامتقارن بودن فقط در تکنولوژی انتقال شبکه نامتقارن نیست بلکه در منابع اطلاعاتی نامتقارن، پلافرم‌های کاربردی، ابزارها و حتی عامل‌های متحرک نامتقارن است. هوشمندی عامل متحرک، تطابق را به عنوان یک توانایی در محیط‌های نامتقارن بهبود می‌بخشد. [6][7]

مراجع

- [1] D.Albert, C.Hockemeyer, O.Conlan, V.Wade, "Advanced research in computers and communications in education", (Vol. 2, pp. 325-328). Amsterdam: IOS Press, 2001.
- [2] D.Albert, J. Lukas, "Knowledge Spaces: Theories, empirical research, applications", Lawrence-Erlbaum Associates, 1999.
- [3] J.Doignon, J.Falmagne, "Knowledge spaces", Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1999.
- [4] L.Colazzo, A.Molinari, "From Learning Management Systems to Learning Information Systems: One Possible Evolution of E-Learning", in Proc. Communications, Internet and Information Technology (CIIT) Conference, 2000.
- [5] Hockemeyer, "Extending the competence-performance approach for building dynamic and adaptive tutoring systems", Talk given at the 33rd European Mathematical Group (EMPG) Meeting, September Bremen, Germany, 2002.
- [6] M.Dinsoreanu, C. Godja, C. Anghel, I.Salomie and T.Coffey, "Mobile Agent based Solutions for Knowledge Assessment in eLearning Environments", Euro media, 2003.
- [7] T.Rogers, "Mobile Technologies for Informal Learning a Theoretical Review of the Literature", Proceedings of the European Workshop on Mobile and Contextual Learning, (p. 19-20), Birmingham, UK, June 2002.



شکل ۷: نحوه پاسخ به درخواست یادگیر با در نظر گرفتن پیش نیاز

۶- ارزیابی

در روش پیشنهادی مزیت عمده‌ی جداسازی نیازها و آموختنی‌ها این است که موجب می‌شود مولفان و سازندگان متاداده ملزم به مشخص کردن پیش‌نیازها نباشند، هر کدام می‌توانند از انتقال‌پذیری مشتق شوند. این موضوع هنگامی که اشیاء در زمینه‌های مختلفی استفاده می‌شوند اهمیت زیادی دارد. هرکجا مجموعه‌ی مختلفی از صلاحیت‌ها ممکن است استفاده شود. همچنین استفاده از عامل سیار برای پیاده‌سازی روش جداسازی نیازها و آموختنی‌ها در یادگیری الکترونیکی مزیت‌های زیر را دارد.

تحرك: عامل یادگیر توانایی انتقال خود از یک میزبان به میزبان دیگر در شبکه دارد. این ویژگی اصلی و مهمترین ویژگی است که عامل سیار را بستری مناسب برای یادگیری الکترونیکی در روش پیشنهادی قرار داده است.

هوشمندی: عامل یادگیر توانایی تعامل با محیط و یادگیری از آن و تصمیم‌گیری را دارد. یک عامل پیشرفته توانایی تصمیم‌گیری و عمل بر پایه دانش و اطلاعات جمع‌آوری شده را دارد.

استقلال: یک عامل متحرک یادگیر در محیط یادگیری کنترل کاملی روی اعمالش دارد. یک عامل بدون نظارت می‌تواند حتی در زمان‌های طولانی اجرا شود، حرکت کند و بایستد.

سهولت کنترل فرآیند توزیع شده: ارتباطات، همزمانی، زمانبندی، تسهیم منابع و کشف خطا که در سیستم‌های توزیع شده بسیار سنگین هستند و نیازمند الگوریتم‌های