وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات شرکت ارتباطات زیرساخت	عنوان مقاله: استفاده از سیستم های منطق فازی نوع دوم جهت شناسایی محیط های هوشمند تهیه کننده: مدرک و رشته تحصیلی رشته شغلی اداره کل حسن معتمد کارشناسی ارشد– مدیریت فناوری اطلاعات (سیستم های اطلاعاتی پیشرفته) کارشناس زیرساخت های فناوری اطلاعات و ارتباطات مدیریت ارتباطات زیرساخت استان خراسان رضوی
این قسمت توسط دبیرخانه کمیته علمی تکمیل می‌گردد.	شماره مقاله: حوزه کاربرد

چکیده :

هوش محیطی (AMI) [۱] حیطه جدیدی در شناسایی محیط های هوشمند است که به نیاز و رفتار کاربران واکنش زیادی نشان می دهد. در این مقاله مزایای سیستمهای منطق فازی۲(FLS) [۲]که در شناسایی محیط های هوش محدوده ای(AIE) کاربرد دارند ارائه شده است.همچنین به نتایج پروژه Scaleup [۳] اشاره شده که بیانگر کاربردهای مختلف این سیستم ها در AIE است.در واقع چنین کاربردهایی شامل سیستم های مجازی هوشمند،واقعیت مجازی نواحی جغرافیایی و برقراری ارتباط میان AIE و انسان است.

کلمات کلیدی: AIE، AMI، FLS، Scaleup ، رباط انسان نما(NAO)

۱- مقدمه:

در دو دهه اخیر شاهد پیشرفت هایی در علم رایانش بوده ایم که نتیجه آن، ورود گسترده رایانه ها به محیط زندگی و کارمان است. پیشرفت های مربوط به شبکه باعث شد تا تجهیزات رایانه ای به راحتی نصب و به اینترنت متصل شده و مفهوم شهر هوشمند شکل گیرد. بطور کلی شهری را می توان بعنوان شهر هوشمند تعریف کرد که زیر ساخت های

[۱] Ambient Intelligence

[۲] Fuzzy Logic System

[۳] Ambient Intelligence Environment

مدرن رایانه ای و ارتباطی، موتور نیازهای رشد اقتصادی و زندگی با کیفیت، همراه با مدیریت هوشمند منابع را دارا باشد.

هدف هوش محیطی (AMl) شناسایی محیط هایی است که به حضور انسان حساس بوده و واکنش نشان می دهد.در اینجا واژه محیطی بیانگر نیازهای مرتبط با توزیع، فراوانی و شفافیت می باشد. فراوانی بدین معناست که رایانه ها همه جا هستند و شفافیت بدین معناست که سیستم های اطراف، نامرئی و نامحسوس هستند. هوش به معنای شناسایی افراد، سازگاری با محیط اطراف و یادگیری از رفتار آنها می باشد. AMl را می توان بعنوان فناوری شناسایی چشم انداز شهرهای هوشمند در نظر گرفت که مکان های فعالی را ایجاد کرده و باعث ارتقاء کیفیت زندگی می شود.همچنین از رشد اقتصادی پشتیبانی کرده و منابع را به صورت هوشمند مدیریت می کند.

هدف پروژه Scaleup ایجاد سیستم هایی است که مرتبط با شناسایی محیط های هوش محیطی است. هدف چنین AIE هایی برقراری ارتباط ساده با انسان و فعالیت در بخش های مختلف جغرافیایی است.

در این مقاله، نتایج تحقیقات بدست آمده از پروژه Scaleup ارائه شده است که بیانگر نقش سیستم های منطق فازی در شناسایی AIE می باشد. در بخش ۲، بررسی کلی از FLS نوع دوم و کاربردشان در AMl ارائه شده است. بخش ۳ نیز مربوط به نشانگر FLS نوع دوم با بازه زمانی است که از طریق اطلاعات مجازی محیطی، قابلیت شناسایی، خلاصه سازی و جستجو را دارد. در بخش ۴، سیستم های منطق فازی نوع دوم برای واقعیت مجازی ارائه شده است که به کاربران اجازه می دهد تا در فواصل مختلف جغرافیایی قادر به برقراری ارتباط با یکدیگر باشند. در بخش ۵نیز مشخص می شود که چگونه FLS نوع دوم موجب برقراری ارتباط میان AIE و انسان می شود که نتیجه اش، حذف رایانه ها در محیط کاربران است.

۲- هوش محیطی و سیستم های منطق فازی نوع دوم

سیستم های AMl بایستی این قابلیت را داشته باشند که احتمالات مختلف ذیل را مدیریت کنند:

۲-۱. احتمالات محیطی که شامل موارد ذیل می باشد:

۲-۱-۱. نویز محیطی که بر محاسبات سنسور و خروجی دستگاه تأثیر می گذارد.

۲-۱-۲. تغییر عوامل محیطی که طی دوره های کوتاه مدت و طولانی مدت بوجود می آیند. بعنوان مثال، برای رباتی که در فضای داخلی AMl عمل می کند، «سرعت سریع» در یک روز آفتابی با زمین خشک ممکن است با «سرعت سریع» یک روز بارانی با زمین گل آلود تفاوت داشته باشد. همچنین، تنوع فصلی و محیطی باعث ایجاد تغییراتی در فعالیت کاربران می شود. بعنوان مثال، کاربران در تابستان زمان بیشتری را در طی روز صرف کارهای خود می کنند و در فصل زمستان بخاطر کوتاهی روز زمان کمتری را در طی روز مشغول هستند.

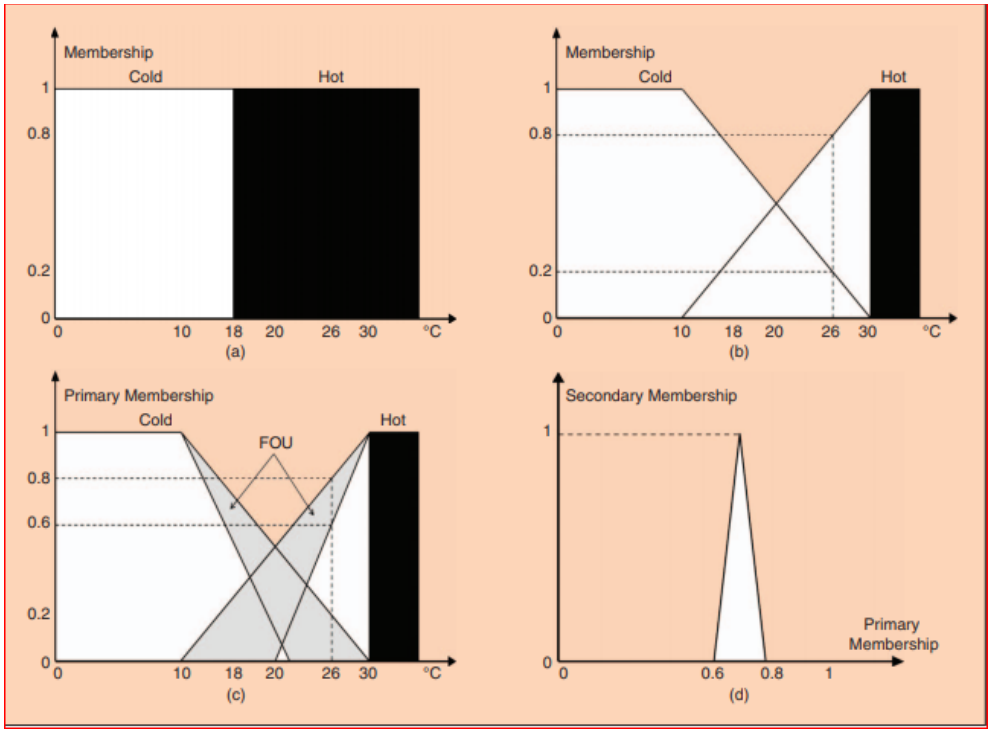
۳-۱-۲. فرسودگی که خصوصیات سنسورها و محرک ها را ممکن است دستخوش تغییر کند.

۲-۱. مشکلات عدم اطمینان به کاربر که به شکل زیر دسته بندی می شوند:

۱-۲-۱. جایی است که نظر کاربر و اقدام او برای یک مسئله در شرایط و زمان های مختلف تغییر می کند.

۲-۲-۱. جایی است که گروهی از کاربران نظرات و عملکردهای متفاوتی برای یک شرایط مشخص دارند.

سیستم های منطق فازی (FLS) تکنیک های شناخته شده ای برای عدم قطعیت ها هستند. نظریه مجموعه فازی، نسخه بسط داده شده نظریه مجموعه کلاسیک می باشد. مزایای مجموعه های فازی در مدیریت مفاهیم نامشخص و مبهم نشان داده شده است، بعنوان مثال از گروهی خواسته شد تا در مورد مفاهیم زبانی داغ و سرد، مقدار دمای مورد نظرشان را بیان کنند. اگر از این مجموعه به عنوان یک مفهوم مطلق استفاده شود،در واقع یک آستانه انتخاب میشود که مقدار دمای داغ مشخص و مقادیرکمتر از آن، به عنوان دمای سرد در نظر گرفته می شود. می توان نتیجه گرفت که رسیدن به چنین آستانه ای مشکل است و حال اگر بتوان به توافقی هم رسید (مثل دمای ۱۸ درجه سانتی گراد)، آنگاه باید نتیجه گرفت که دمای ۱۷.۹۹۹۹ درجه سانتی گراد بعنوان دمای سرد و دمای ۱۸.۰۰۰۰۱ درجه سانتی گراد داغ شناخته می شود.آیا این نتیجه گیری منطقی است؟

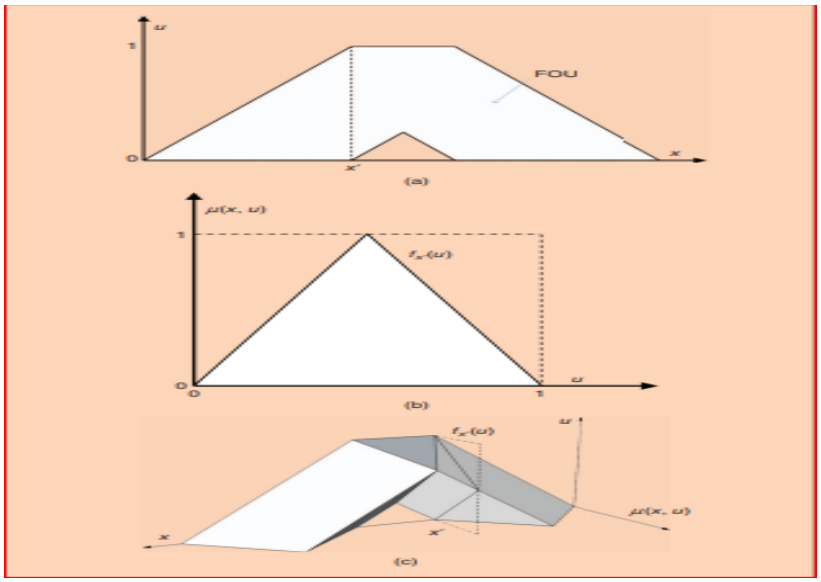


شکل ۱

در نوع دوم، داغ و سرد را می توان با مجموعه فازی نوع ۱ نشان می دهیم که تابع عضویت آن در شکل ۱ نشان داده شده است. در این شکل، هیچ مرز مشخصی میان مجموعه ها وجود ندارد و هر مقدار در محور x به بیش از یک مجموعه فازی با مقادیر متفاوت عضویت تعلق دارد. بعنوان مثال، در شکل۱،دمای ۲۶ درجه سانتی گراد فقط به مجموعه «داغ» با مقدار عضویت ۱ تعلق دارد.اما در قسمت دوم شکل ۱،دمای ۲۶ درجه سانتی گراد شامل مجموعه های «داغ» و «سرد» با مقادیر متفاوت است. در نتیجه، مجموعه های فازی موجب محاسبه مقادیر عضویت می شوند که بین «کاملاً درست» و «کاملاً غلط» با استفاده از مقادیر بین ۰ و ۱ قرار می گیرند. با این اوصاف، به این دلیل که مجموعه های فازی نوع اول غیر قابل انعطاف و دقیق هستند (یعنی تابع عضویت به خوبی شناخته شده و مشخص است)، ابهامی در رابطه با مقدار عضویتشان ندارد. لذا، مجموعه های فازی نوع اول تنها قابلیت مدیریت تغییرات کوتاه مدت مانند نویز و عدم دقت مرتبط با سنسورها و محرک ها و تغییر عملکرد کاربر را دارند. با این وجود، کارایی FLS نوع اول بدلیل عدم قطعیت های طولانی و بلند مدت کاهش پیدا می کند و این به خاطر مدت زمان بیشتر شرایط محیطی و تغییر فعالیت های کاربر بدلیل تغییر فصل ها است. همچنین، بایستی به این مساله نیز توجه نمود که در

زمانها و شرایط مختلف سال از زمستان تا تابستان،مفهوم اصطلاحاتی مثل «گرم» نیز در شرایط دمایی، تغییر پیدا می کند.

روش دیگر نشان دادن نام های زبانی با استفاده از مجموعه های فازی، استفاده از مجموعه های فازی نوع دوم است (که در قسمت سوم و چهارم شکل ۱ نشان داده شده است). مجموعه فازی نوع دوم با تابع عضویت فازی دسته بندی می شود که مقدار عضویت برای هر عامل، مجموعه فازی است. مجموعه های فازی نوع دوم، آزادی در قسمت احتمالات (FOU)[۴] و سه بعدی را فراهم می کنند که ظرفیت کنترل احتمالات مرتبط با سیستم های AMI را ارائه می دهد. بعنوان مثال، برای مجموعه فازی نوع دوم در قسمت سوم شکل ۱، مشخص است که عضویت ۲۶ درجه سانتی گراد در بخش داغ دیگر مقدار مطلق ۰.۸ نیست. (مانند مورد مجموعه فازی نوع اول در قسمت دوم شکل ۱) در عوض، شامل تابعی است که مقدار ۰.۶ تا ۰.۸ را در دامنه عضویت اولیه دارد و با توزیع مثلثی در بعد سوم تنظیم می شود که تابع عضویت ثانویه نام گرفته است. تابع عضویت ثانویه مثلثی در قسمت چهارم شکل ۱، در بازه [۰,۶،۰,۸] در مقادیر میانه قرار دارد. البته، مقادیر دیگری هم ممکن است وجود داشته باشد که شامل مقادیر مساوی می باشد که در این مورد مجموعه فازی، مجموعه فازی نوع دوم بازه ای نامیده می شود.



شکل۲

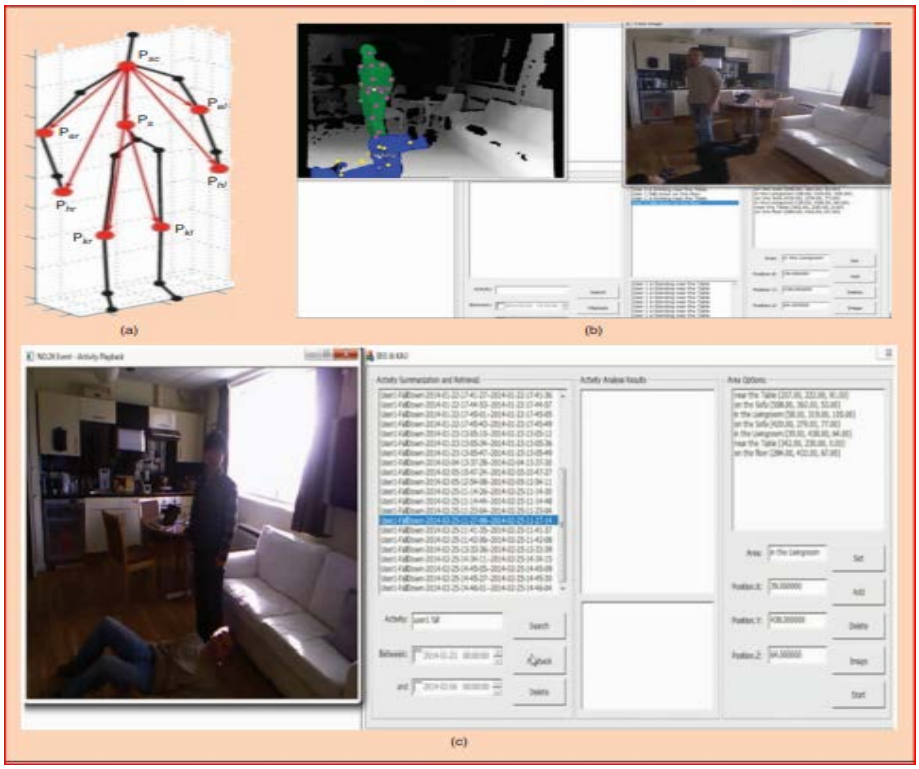
[۴] Footprint of Uncertainty

قابلیت انتخاب انواع مختلف توابع عضویت ثانویه نشانگر یکی از مجموعه های انعطاف پذیر فازی نوع دوم است. در شکل ۲، مثال دیگری از نمادهای زبانی نشان داده شده است که مقدار اندازه گیری شده x' مقدار عضویت مطلقی ندارد و این عضویت، تابعی خواهد بود که بین ۰ تا ۱ در دامنه عضویت اولیه است و با توزیع در بعد سوم که عضویت ثانویه نام دارد، تنظیم می شود. در قسمت سوم شکل ۲، شکل سه بعدی مجموعه فازی نوع دوم نشان داده شده است. اطلاعات بیشتر در رابطه با مجموعه های فازی نوع دوم و FLS نوع دوم در ادامه مقاله بیان می گردد.

۳- سیستم های منطق فازی نوع دوم بازه دار شامل خلاصه سازی زبانی، جستجو و شناسایی اطلاعات شرایط مجازی در فضاهای AMl

تصور، غنی ترین حس انسانی است و در شهرهای هوشمند، بایستی دید کاربردی وجود داشته باشد و اینکه زمینه هایی وجود دارد که توسط حسگرهای دیگر قابل شناسایی نیستند. مانند مشکلات ترافیک، مسائل امنیتی و ... که بتواند درشهر هوشمند عملیاتی شود. در سال های اخیر، افزایش چشمگیری در نصب تجهیزات کنترل ویدئویی در مکان های باز و بسته به چشم می خورد. برخی از سیستم های نظارت و بازبینی تبلیغاتی قابلیت «ردیابی» دارند که یک جعبه محدود و مسیر هدف را مشخص می کنند که موجب شناسایی چنین هدفی در قسمت های مختلف می شود. البته، این فرآیند موجب شناسایی خصوصیات رفتاری در انسان نمی شود. (مانند اینکه هدف بازکردن درب خودرو این است که فرد در حال بازکردن درب خودرو شخصی است یا اینکه او قصد سرقت خودرو را دارد). لذا، برای کنترل دوربین ها و سیستم های موجود به نیروی انسانی نیاز است.از این رو سیستم های نظارتی انسان را ملزم به نظارت دقیق می کند. زمانی که اتفاقی برای دوربین های بدون مراقب رخ می دهد، نیروی انسانی باید تمام ویدئو را بازبینی کرده تا حادثه مورد نظر را مشخص کند. در نتیجه، برای شناسایی AMl در مکان های باز که درآن برای حریم خصوصی محدودیتی وجود ندارد باید سیستم های مجازی هوشمند ایجاد شوند. چنین سیستم هایی باید قابلیت شناسایی عملکردهای پیچیده و خلاصه سازی فعالیت های مختلف برای ارائه اطلاعات ارزشمندی را داشته باشند که با هر نوع سنسور دیگر نتوان آن را برداشت کرد. همچنین، باید فرآیند جستجو بوسیله ویدئو که از طریق اختصاص یک فایل word فرآیند

جستجو ایجاد میشود، پخش مجدد ویدئوهای مورد نظر و ارسال سریع هشدار در زمان حادثه ساده تر گردد. با این وجود بدلیل پیچیدگی و احتمالات زیاد، شناسایی رفتار انسان براساس ویدئو کاری چالش برانگیز است. چنین احتمالاتی شامل شرایط پیچیده محیطی، بسته شدن، حالت های مختلف و اندازه اشیا در حرکت، شباهت رفتارهای متفاوت، تغییر میزان نور و ... می باشد. FLS نوع اول در خلاصه سازی زبانی و تحلیل فعالیت ها با استفاده از آنالیز وکسل[۵] کاربرد دارد که عمدتاً بر شناسایی زمین خوردن سالمندان متمرکز می باشد. با این وجود، احتمالات ذکر شده مشکلاتی را در FLS نوع اول ایجاد می کند که ممکن است نیاز به بررسی چند دوربین باشد که این امر زمانبر نیز هست. همچنین، بیشتر تحقیقات قبلی در زمینه شناسایی رفتار ویدئویی بر اساس داده های ویدئویی دو بعدی است.



شکل۳

[۵]Woxel

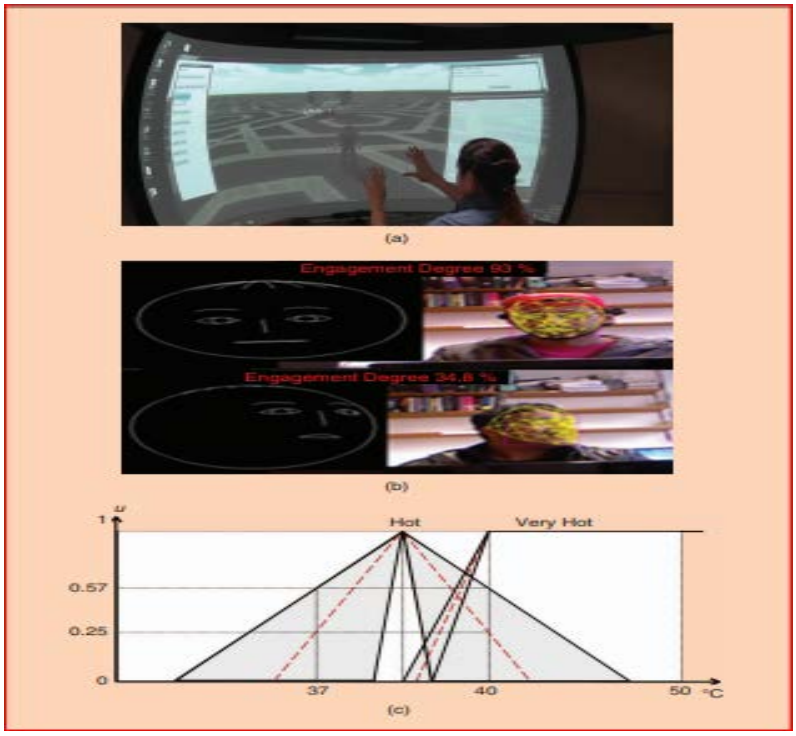
در پروژه Scaleup، FLS بازه ای نوع دوم را با کمک الگوریتم Big Bang – Big Crunch و براساس شناسایی رفتار ویدئویی با استفاده از دوربین کینکت[۶] سه بعدی ایجاد کردیم. در قسمت اول شکل ۳، خصوصیات ظاهری برداشتی از کینکت نشان داده شده است. FLS بازه ای نوع دوم مورد استفاده، قابلیت کنترل احتمالات پیش رو در مکان های AMl را دارد و عملکرد نوع اول و غیر فازی را کاهش داده تا صحت شناسایی رفتار افزایش یابد. FLS بازه ای نوع دوم به ترتیب دقت بیشتر ۳.۷۲ و ۷.۹۷ درصدی نسبت به سیستم فازی نوع اول و سیستم قدیمی غیر فازی دارد.

خلاصه سازی زبانی، با استفاده از اطلاعات تجمیع اقدامات خروجی و مدت زمان مورد نظر انجام می شود. پخش مجدد حادثه را می توان بعد از خلاصه سازی زبانی که در قسمت سوم شکل ۳ نشان داده شده است، انجام داد که کاربر به راحتی می تواند حادثه «زمین خوردن» را در بازه زمانی مشخص جستجو کند و در صورت نیاز، آن را پخش مجدد کند.

۴- ادغام واقعیت مجازی و فیزیکی برای ایجاد مکان های Scale Up در شهرهای هوشمند، نیاز به ترکیب فضاهای فیزیکی واقعی با واقعیت های مجازی است.این کار فضاهای فیزیکی راه دور را به ما نشان داده و می تواند در نحوه کار ،روابط اجتماعی و یادگیری کمک کند. در پروژه Scaleup،فناوری های جدیدی را با استفاده از FLS بازه ای نوع دوم که برای شناسایی سیستم واقعی هستند، استفاده می کنند.

این سیستم، اشیای هوشمندی را نشان می دهد که در مکان های مختلف بین کاربران ترکیبی آنلاین ایجاد شده که از نمایشگرهای پوششی در قسمت اول شکل۴ نشان داده شده به اشتراک گذاشته می شود تا پوشش مجازی و صوتی در مکان های دور و افراد متفاوت را ارائه نماید. این سیستم ترکیبی، بر محدودیت پلت فرم های موجود و این موضوع که اقدامات انجام شده در دنیای مجازی را نمی توان در دنیای حقیقی نشان داد و اشیای واقعی منحصربه یک کاربر خاص هستند،غلبه پیدا کرده است.

[۶] Kinect



شکل۴

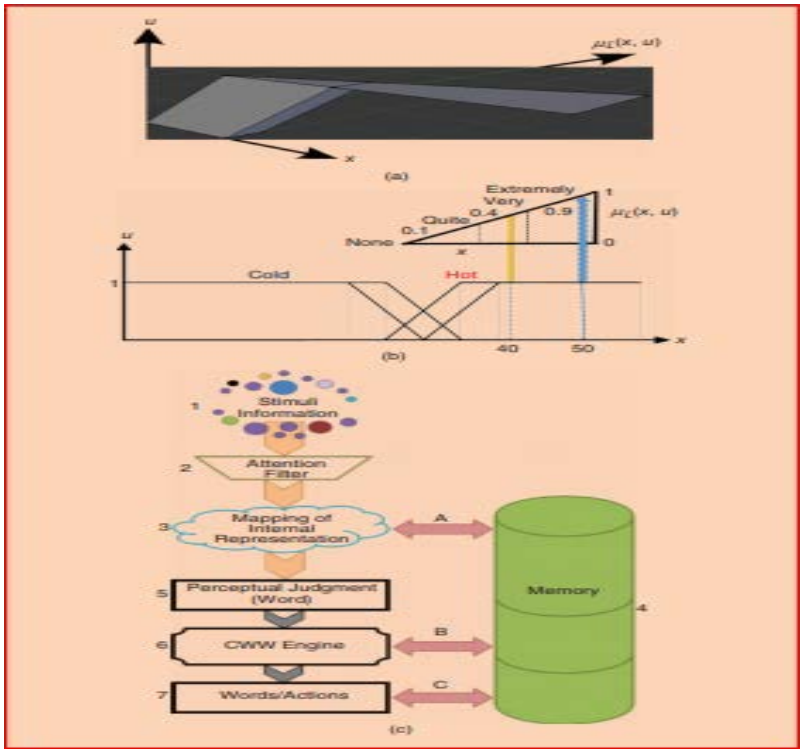
FLS بازه ای نوع دوم برای شناسایی موقعیت دستها برای رابط بدون موس به همراه واقعیت ترکیبی مورد استفاده قرار گرفته است. میزان مشارکت کاربر از فاصله دور را می توان با یک دوربین کینکت و با استفاده از FLS بازه ای نوع دوم محاسبه کرد (این کار در قسمت دوم شکل ۴ نشان داده شده است). در شرایط یادگیری الکترونیکی حدود ۲۰۰۰ دانش آموز در مکان های مختلفی قرار دارند، در اینجا سیستم واقعیت ترکیبی با اولویت یادگیری دانش برای کاربر درنظرگرفته می شود و در آن نیازهای مربوط به ایجاد محیط یادگیری تنظیم شده مشخص شده است. واقعیت ترکیبی، موجب اشتراک گذاری اشیای حقیقی در جلسات مشارکتی میان کاربران محلی است و از فاصله دور می توانند به اشیا دسترسی داشته و آنها را کنترل کنند. در واقع کاربر محلی نتیجه فعالیت در اشیا فیزیکی را مشاهده خواهد کرد در حالیکه، کاربر با فاصله دور تنها می تواند انجام کار را از طریق فضای مجازی دنبال کند، چرا که شکل مجازی اشیای حقیقی، در حال به روز رسانی است.این کار باعث تشویق به کار گروهی و نوآوری در شهر هوشمند شده و همچنین خدمات ارائه شده را می توان به بخش های گسترده تری با جمعیت متراکم تر توزیع نمود.

۵- سیستم های منطق فازی نوع دوم برای ارتباطات شفاف کاربر – رایانه در فضاهای AMI

برای ایجاد فناوری های AMI که برای شناسایی شهرهای هوشمند بکار گرفته می شود، بجای اینکه تجهیزات رایانه ای در اطرافمان نصب شود باید ارتباط شفاف کاربر با رایانه ایجاد گردد. کاربردی ترین رابط میان انسانی، ارتباطات کلامی و زبانی است که موجب ارتباط شفاف کاربر با رایانه می شود. این فرآیند مستلزم مدل بندی واژگان و رایانش آنها توسط سیستم است. الگوی «رایانش با واژگان» (CWW)[۷] توسط زاده در اواسط دهه ۱۹۹۰ ابداع شد تا از توانایی انسان در انجام کارهای گسترده ذهنی و فیزیکی بدون نیاز به اندازه گیری دقیق تقلید کند. با این وجود، واژگان برای افراد ،معنای متفاوتی دارد و این مسئله موجب ابهام زبانی می شود. همچنین، باید بر طبیعی بودن هر نوع ارتباط میان انسان و ماشین نیز تأکید شود. بعنوان مثال، اگر مکان AMI دما را «بسیار داغ» مشخص می کند، باید این مکان به شناسایی تفاوت میان ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی گراد حساس باشد تا برداشت کاربر مشخص شود و واکنش بهتری به نیازهای مشتری فراهم گردد. همانطور که مندل مطرح می کند، استفاده از مجموعه فازی نوع اول برای مدل بندی

یک واژه، مشکلاتی دارد چرا که یک واژه مبهم است. علاوه بر این، مجموعه های فازی بازه ای نوع دوم و مجموعه های فازی نوع اول هر دو در زمان مدل بندی واژگان مشکلاتی دارند که در قسمت سوم شکل ۴، حالتی مشخص شده است که $x' = ۴۰$ درجه سانتی گراد و $x'' = ۵۰$ درجه سانتی گراد می باشد و هم x' و x'' مقدار عضویت یک به نام زبانی «بسیار داغ» دارند. همین مسئله برای مقدار دمای ۳۷ و ۴۰ درجه سانتی گراد بکار می رود که مقدار عضویت نوع ۱ و نوع دوم بازه ای برای مفهوم «داغ» را دارند. در نتیجه از دیدگاه ماشینی، روشی برای جدا کردن بین x' با x'' وجود ندارد (گرچه این تفاوت را انسان درک می کند)، چرا که به همان نام زبانی با همان مقدار عضویت اختصاص دارد. در نتیجه، با استفاده از مجموعه های بازه ای نوع اول و دوم، ممکن است اطلاعات را از دست داده و از طرز فکر انسانی دورتر شویم.

[۷] Computing With Words



شکل ۵

از نوع جدید مجموعه های فازی نوع دوم که مجموعه فازی نوع دوم خطی نام دارد، استفاده کردیم.بعد سوم برای ایجاد شکل خطی که به صورت سه بعدی در قسمت اول شکل ۵ نشان داده شده است و قسمت دوم شکل ۵ با مجموعه فازی نوع دوم بازه ای مشابه است. با این وجود، این تفاوت در بعد سوم است که در بالای قسمت دوم شکل ۵ می توان مشاهده کرد،بدین صورت که سیستم AMl را می توان به راحتی بین x'=۴۰ درجه سانتی گراد و x"=۵۰ درجه سانتی گراد جدا نمود که هرکدام، مقدار عضویت ثانویه متفاوتی دارند.

در این مقاله، چارچوب CWW[۸] با استفاده از LGT۲ [۹] که ساختار سطحی آن در قسمت سوم شکل ۵ مشخص شده نمایش

[۸] Computing With Words

[۹] Linear General Type

داده شده است که ساختار پیشنهادی قابلیت رسیدن به منطق انسانی از طریق حفظ واژگان را دارد. در قسمت اول شکل۶، سیستم مورد استفاده در بخش هوش دانشگاه اسکس[۱۰] ارائه شده است که سیستم پیشنهادی برای ارائه سرو غذا مورد استفاده قرار گرفته است. این سیستم از طریق گفتگوی آنلاین با کاربر ارتباط برقرار کرده تا میزان علائق آنها را مشخص و چیزی که برای آنها مناسب است را ارائه دهد. سپس، سیستم منوهای مناسب با ذائقه این کاربر را پیشنهاد می دهد. زمانی که کاربر منو را تأیید کرد، مواد لازم سفارش به ربات انسان نما (NAO) که در قسمت دوم شکل ۶ نشان داده شده است، ارائه می گردد و در صورتی که یکی از مواد غذایی وجود نداشته باشد، با کاربر ارتباط برقرار کرده تا جایگزین آن را انتخاب نماید. این سیستم برای معلولین بسیار کاربرد داشته و برای افزایش راحتی درنظر گرفته شده

شکل۶

[۱۰] Essex

است و استفاده از CWW بعنوان فناوری قدرتمند در ایجاد رابط های طبیعی انسان – رایانه کاربرد زیادی دارد.

۶- نتیجه گیری و پژوهش آتی

در این مقاله، نتایج تحقیقات از پروژه Scaleup ارائه شد که نشانگر نقش FLS نوع دوم که قابلیت مدیریت و مدل بندی میزان احتمالات زیاد را دارد در شناسایی AIE بود. FLS نوع دوم بازه ای نیز که به صورت خودکار از طریق اطلاعات محیطی شروع به شناسایی، خلاصه بندی و جستجو می کند، تعریف و توضیح داده شد. همچنین، سیستم های فازی نوع دوم بازه ای برای ادغام واقعیت های مجازی و حقیقی نشان داده شد که موجب مشارکت افراد مختلف از نقاط گوناگون می شود. همچنین، نشان دادیم که چگونه FLS نوع دوم موجب ایجاد ارتباطات طبیعی CWW با انسان می شود که حاصلش حذف رایانه در اطراف کاربران می باشد.

برای پژوهش در آینده، استفاده از FLS نوع دوم برای مدیریت ارتباط بی سیم در شهرهای هوشمند پرجمعیت را بررسی خواهیم کرد که میزان رشد ارتباطات بی سیم نشانگر این است که شرایط داده ها در آینده فراتر از مرز کنونی طیف بی سیم پیش می رود. روش های معمول شامل نصب ایستگاه های اصلی بیشتر (BS)[۱۱] یا کاهش بار ترافیک در باندهایwifi می باشد. بر روی سیستم های جدید براساس منطق فازی نوع دوم برای تترینگ[۱۲] در فضای تلویزیونی با مکانیسم های دسترسی به باند در حال پژوهش هستیم.

سیستم پیشنهادی براساس منطق فازی نوع دوم قابلیت کار در شرایط هات اسپات[۱۳] احتمالی را دارد که در قسمت سوم شکل ۶ نشان داده شده است و روشی مقرون به صرفه در نواحی بی سیم پر جمعیت می باشد.این فرآیند با جایگزینی تجهیزات کاربر بعنوان هات اسپات انجام می گردد. این سیستم قابلیت خوشه بندی گره ها در هات اسپات ها را دارد و منابعی را برای بهینه سازی قدرت انتقال شبکه فراهم می کند.

[۱۱] Base Station

[۱۲] Tethering

[۱۳] Hotspot

منبع: Hani Hagras, School of Computer Science and Electronic Engineering, University of Essex, Colchester, UK

Daniyal Alghazzawi and Ghadah Aldabbagh ,Faculty of Computing and Information Technology, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabi “Employing Type-٢ Fuzzy Logic Systems in the Efforts to Realize Ambient Intelligent Environments”