پروژه درس معماری پیشرفته

مروری بر تحقیقات گذشته

استاد:

خانم دکتر جاسبی

دانشجو:

ندا باغبان کاشانی

(۳۹۹۱۲۳۴۱۰۵۷۰۲۴)

خردادماه ۱۴۰۰

عنوان مقاله:

SENET: A novel architecture for IoT-based body sensor networks

SENET: یک معماری جدید برای شبکه‌های حسگر بدن مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT)

(Arabi Bulaghi et al., 2020) - Informatics in Medicine Unblocked

تعریف مساله و هدف اصلی مقاله:

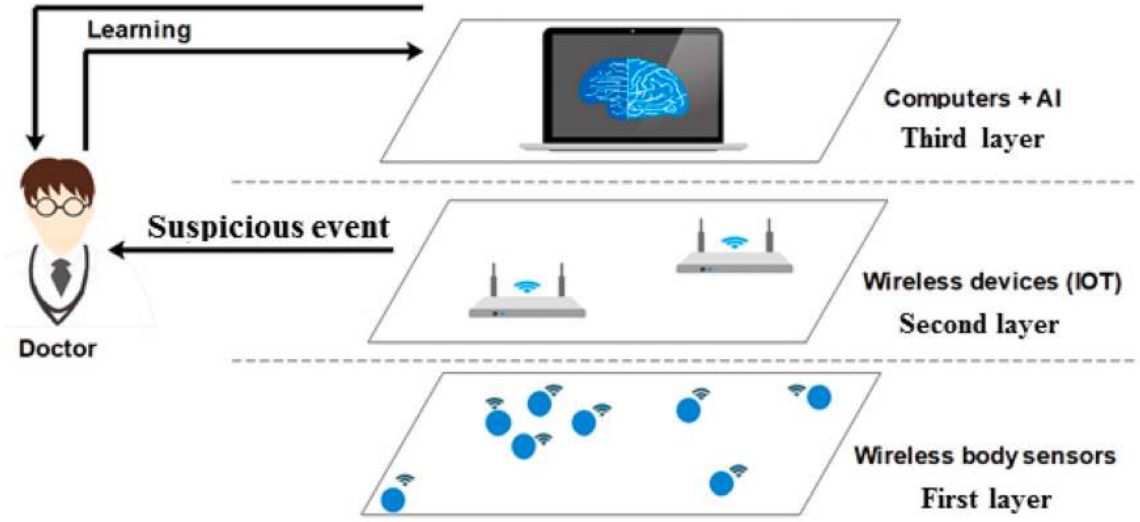
در این مقاله یک معماری جدید مبتنی بر هوش مصنوعی به نام SENET پیشنهاد شده است، که برای مدیریت شبکه‌های حسگر بدن بی‌سیم (WBSN) از این معماری جدید SENET استفاده می‌شود. عملکرد سه الگوریتم کارآمد در روش SENET بررسی می‌شود. الگوریتم‌ها برای مدیریت بهتر شبکه‌های حسگر بدن بی‌سیم (WBSNs) ضروری هستند.

شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSNs) ها در زمینه‌های مختلف مطالعه از جمله پزشکی، کشاورزی و مهندسی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اگرچه اخیرا، بسیاری از سبک‌های معماری برای مدیریت WSN ها پیشنهاد شده‌اند، اما اغلب آن‌ها کاربرد هوش مصنوعی (AI) در شبکه‌های حسگر بدن بی‌سیم (WBSN) را نادیده گرفته‌اند. ادبیات فنی مقاله حاضر بر روی چهار دسته بندی کلی می‌باشد: ۱- تحقیقات مبتنی بر مفهوم و تئوری، ۲- تحقیقات مبتنی بر تنظیمات (Setup)، ۳- تحقیقات مبتنی بر توسعه، ۴- تحقیقات مروری جهت بررسی و مقایسه تحقیقات گذشته انجام شده. معماری پیشنهادی این مقاله نحوه تنظیم شبکه‌های حسگر (SENET) و اعمال الگوریتم های هوش مصنوعی (AI) را به تصویر می‌کشد. بنابراین، هدف اصلی مقاله حاضر معرفی یک معماری جدید (SENET) است که براساس تکنیک‌های هوش مصنوعی است و از سه لایه اصلی تشکیل شده است. برای مثال، از برخی الگوریتم‌های بهینه‌سازی‌های شناخته شده برای پیدا کردن موقعیت‌های مناسب دستگاه‌های قابل برنامه‌ریزی برای پوشش بهتر از WBSN ها، مورد تحقیق قرار گرفته است.

پس از توصیف معماری پیشنهادی، در این مقاله عملکرد چهار الگوریتم کارآمد و محبوب، یعنی، بهینه‌سازی آزمون رقابت‌های جهانی (WCC)، بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO)، بهینه‌سازی کلونی مورچه (ACO) و بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک (GA) برای پوشش WBSN ها، با استفاده از سر خوشه‌های K (مساله پوشش K)، تحقیق شده است. نتایج نشان می‌دهد که معماری پیشنهادی نه تنها انرژی مصرفی توسط سنسورهای بی‌سیم را ذخیره می‌کند، بلکه الگوریتم WCC گزینه مناسبی برای تعیین موقعیت حسگرها در معماری پیشنهادی از نظر مصرف انرژی WSN، تعداد کل سنسورهای مورد نیاز، و قابلیت اطمینان است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی WCC، با میانگین ۳۸,۴۴ مقدار امتیاز در نه سناریو، از سایر تکنیک‌ها بهتر عمل می‌کند.

توضیح راه‌حل پیشنهادی مقاله برای حل مساله:

چنانچه در شکل ۱ نشان داده شده است، SENET شامل سه لایه به نام‌های لایه اول، لایه دوم و لایه سوم می‌باشد. سنسورهای بی‌سیم موبایل در لایه اول، دستگاه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT) که WBSN ها را پوشش می‌دهند در لایه دوم هستند که می‌توانند به اینترنت متصل شده و داده‌های به‌دست آمده را به کامپیوترهای ابری (Cloud Computers) در لایه سوم منتقل کنند.



شکل ۱- معماری پیشنهادی (SENET) برای WBSN ها. SENET از سه لایه تشکیل شده است: ۱- لایه ای که WSN های پوشیدنی یا جاسازی شده را در خود جای داده است (اولین لایه)، ۲) یک لایه که از دستگاه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا تشکیل شده است (لایه دوم)، و ۳- یک لایه شامل منابع ابری و روش های AI (لایه سوم)

در تحقیق حاضر، جواب‌های بالقوه مساله همپوشانی K توسط یک ست چهارتایی <x, y, z, s> نشان داده شده‌اند، که موقعیت دستگاه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا را در یک محیط سه‌بعدی نشان می‌دهند. چه آن دستگاه مبتنی بر اینترنت اشیا برای پوشش WBSN ها انتخاب شده باشد یا نه، با حرف s نشان داده می‌شود که یک بیت است. طول راه حل کاندید شده برابر است با تعداد کل دستگاه‌های در دسترس مبتنی بر اینترنت اشیا (n). بر پایه این جزئیات، اپراتورهای WCC به‌صورت زیر فرمول نویسی می‌شوند:

۱-هجومی (Attacking): یک تیم مقادیر رندومی را تولید می‌کند و با مقادیر قدیمی جایگزین می‌کند. فرمول (۱)، معادله اپراتور هجومی را نشان می‌دهد.

$$\sum_{i=1}^{k}[T(< x,y,z,s >) = Rand(< wide, length, height, rand\ (0\ or\ 1) >)] \qquad (1)$$

که در آن، k و T مقادیر صحیح تصادفی بین ۱ تا n هستند.

۲-تیراندازی (Shooting): یک تیم بعضی از مقادیرش را انتخاب می‌کند و آن‌ها را برای تیم رقیب می‌فرستند. تیم رقیب مقادیر دریافتی را اگر تغییرات موجب افزایش نمره شود، قبول خواهد کرد. فرمول (۲) رابطه اپراتور تیراندازی را که فقط موقعیت دستگاه‌های مبتی بر اینترنت اشیا را در یک محیط سه‌بعدی تغییر می‌دهد، نشان می‌دهد.

$$\sum_{i=1}^{k}[T_{reciever}(< x_m, y_m, z_m >) = T_{sender}(< x_m, y_m, z_m >)] \qquad (2)$$

۳-عبوری (Passing): همانطوریکه در رابطه (۳) نشان داده شده است، این اپراتور یک دستگاه مبتنی بر اینترنت اشیا را انتخاب می‌کند و مقدار s آن‌را معکوس می‌کند. به‌عنوان مثال اگر مقدار s معادل ۱ انتخاب شود، اپراتور عبوری آن‌را به صفر تغییر می‌دهد و برعکس.

$$T(< s >) = absolute(1 - T(< s >)) \qquad (3)$$

۴-گذرگاهی (Crossing): از آنجا که اپراتور عبوری (Passing) فقط منجر به تغییر در s انتخابی از راه‌حل نامزد شده می‌شود، اپراتور Crossing یک جواب بالقوه در یک دامنه نشان داده در رابطه (۴) را تغییر می‌دهد.

$$\sum_{i=1}^{k}[T(< x_m, y_m, z_m >) = \begin{cases} if\ R = 1\ then\ T(< x_m >) = rand(wide) \\ if\ R = 2\ then\ T(< y_m >) = rand(length)] \\ if\ R = 3\ then\ T(< z_m >) = rand(height) \end{cases} \qquad (4)$$

که در آن، R یک عدد صحیح تصادفی مابین ۱ و ۳ است که قسمت جواب بالقوه که باید تغییر کند را معین می‌کند.

بعد از بکار بردن اپراتورها، تابع نمره فراخوانی شده و ارزش راه‌حل نامزد شده مشخص می‌شود.

فرآیند محاسبه نمره‌ها بر پایه دو پارامتر می‌باشد: ۱- تعداد کل سر خوشه‌هایی که هدف را پوشش می‌دهد (یک مساله دو پوششی)، (رابطه ۵) ۲- مقدار انرژی مصرف شده مادامیکه سنسورها داده‌های جمع‌آوری شده را می‌فرستند (رابطه ۶).

$$U_p = \sum_{i=1}^{n}(\max(2 - HS_i, 0)) \qquad (5)$$

که در آن، UP، n و HS به‌ترتیب تعداد کل نقاط پوشش داده نشده، تعداد کل سنسورهای موجود، تعداد کل سر خوشه‌های همگرای سنسور i ام می‌باشد.

از آنجاییکه مصرف انرژی وابستگی زیادی به فاصله آن از سر خوشه حمایت کننده‌اش دارد، محاسبه فاصله اقلیدوسی رابطه (۶) به‌عنوان معیاری برای اندازه‌گیری مقدار انرژی مصرف شده در نظر گرفته می‌شود.

$$ED(x_{si}, x_{Hj}) = \sqrt{(x_{si} - x_{Hj})^2 + (y_{si} - y_{Hj})^2 + (z_{si} - z_{Hj})^2} \quad (6)$$

که در آن، ED، S_i، H_j و (x, y, z) آورده شده به‌ترتیب، فاصله اقلیدوسی، سنسور i ام، سر خوشه j ام پوشش دهنده سنسور i ام و موقعیت آن‌ها در محیط سه‌بعدی می‌باشند.

همانطورکه گفته شد در این مقاله، عملکرد الگوریتم‌های بهینه‌سازی آزمون رقابت‌های جهانی (WCC)، بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO)، بهینه سازی کلونی مورچه‌ها (ACO) و بهینه‌سازی الگوریتم‌های ژنتیک (GA) از نظر مصرف انرژی و تعداد کل نقاط کشف نشده (در لایه اول) WSN ها بررسی شده‌اند. از آنجا که الگوریتم های PSO، ACO و GA محبوب هستند، و مطالعات مختلف نشان داده‌اند که آنها در مقایسه با دیگر الگوریتم‌ها موثر و کارآمد هستند، نویسندگان مقاله ابتدا آنها را مورد بررسی قرار داده‌اند و سپس عملکرد آنها را با معماری پیشنهادی خود مقایسه کرده‌اند. الگوریتم‌های بهینه‌سازی فوق‌الذکر در نرم‌افزار برنامه‌نویسی MATLAB پیاده‌سازی و اجرا شده‌اند.

نقاط قوت و ضعف مقاله

از آنجا که نتیجه حاصل از الگوریتم‌های بهینه‌سازی در یک اجرا معمولا متفاوت است از آنچه در اجرای دیگر به‌دست آورده می‌شود (Masoudi-Sobhanzadeh et al., 2019)، نویسندگان این مقاله (مطابق شکل ۲) حداقل ۳۰ بار اجرای برنامه را تکرار کرده و بهترین نتایج به‌دست آمده آنها را در پاسخ به حل مساله گزارش کرده‌اند.

تفاوت اصلی بین معماری پیشنهادی (SENET) و سایر موارد در این است که معماری پیشنهادی براساس سیستمهای پشتیبانی تصمیم (Decision Support system) و از هوش مصنوعی استفاده می‌کند. به نظر می‌رسد که یک تفاوت مشخص بین معماری پیشنهادی که دارای سه لایه است و دیگر روش‌ها وجود دارد. این تفاوت را می‌توان از دو منظر مشاهده کرد. از دیدگاه اول، SENET از روش‌های هوش مصنوعی برای پیش بینی وقایع ناخواسته در بدن استفاده می کند (Yu et al., 2018). برای این منظور، یک مدل پیش‌بینی شده طراحی شده است که از تکنیک‌های مختلف مانند شبکه عصبی مصنوعی (ANN)، ماشین‌های بردار پشتیبانی (SVM)، درخت تصمیم (DT) استفاده می‌نماید (Tanwar et al., 2019; Bhattacharya et al., 2019).

پس از ارزیابی مدل بدست آمده، آن مدل در دستگاه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا تعبیه می‌شوند. این مدل‌ها، مدل‌های بلادرنگ (Real time) هستند که می‌توانند داده‌های مورد نیاز در یک زمان مشخص را گزارش دهند، در حالی‌که روش‌هایی که بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های آنلاین هستند، برای پیش‌بینی موارد و

اتفاقات ناخواسته مناسب نیستند. در معماری پیشنهادی، دستگاه‌های قابل برنامه‌ریزی دو نقش اصلی بازی می‌کنند، اول آنکه آنها می‌توانند حوادث مشکوک را با استفاده از مدل‌های به‌دست آمده از زمان واقعی که در آنها تعبیه شده پیش‌بینی کنند. دوم، دستگاه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا می‌توانند به‌عنوان گره‌های سر خوشه برای پوشش WBSN ها استفاده شوند (Rai and Shrivastava, 2018).

خاصیت اصلی این سر خوشه‌ها این است که علاوه بر یک باتری، آنها توسط منابع انرژی دائمی نیرو می‌گیرند. هنگامی‌که منبع اصلی انرژی با مشکل روبرو می‌شود، سر خوشه‌ها از باتری استفاده می‌کنند و به خدمات خود ادامه می‌دهند. از این‌رو، کل عمر معماری پیشنهادی بیش از معماری‌های دیگر است.

جمع‌بندی و پیشنهادات برای کارهای آتی

معماری نوآورانه (SENET)، که به نظر می‌رسد با کاربردهای دنیای واقعی سازگار است و مناسب‌تر از روش‌های دیگر است. SENET از سه لایه تشکیل شده است و از هوش مصنوعی، WBSN و دستگاه‌های قابل برنامه‌ریزی مبتنی بر IoT استفاده می‌کند. با استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی می‌توانیم یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری بدست آوریم. با استفاده از روش‌ها یادگیری ماشین، مدل‌های پیش‌بینی در زمان واقعی تولید می‌شوند و در دستگاه های قابل برنامه‌ریزی تعبیه می‌شوند. وقتی دستگاه‌ها داده را دریافت می‌کنند، آن‌را به مدل منتقل می‌کنند. در صورت کشف یک اتفاق ناخواسته، دستگاه هشدارهای لازم را برای کارشناسان ارسال می‌کند.

به منظور افزایش قابلیت اطمینان در لایه دوم SENET، سر خوشه‌ها WBSN ها را به گونه‌ای پوشش می‌دهند که هر سنسور موبایل حداقل توسط یک گره k پشتیبانی شود. این مطالعه نشان می‌دهد که نرم‌افزار و معماری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند برای سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی ضروری باشند و ممکن است در گسترش آنها نقش مهمی بازی کنند. نتایج بدست آمده نیز نشان می‌دهد که الگوریتم‌های پیشرفته را می‌توان بهترین گزینه برای قرار دادن سر خوشه‌ها در معماری پیشنهادی برای سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی دانست. همچنین، با فرمول‌نویسی الگوریتم WCC، نویسندگان دریافتند که این الگوریتم عملکرد بهتری نسبت به دیگر الگوریتم‌های شناخته شده دارد.

در این مقاله بطور مشخص پیشنهادی برای تحقیقات آتی ارائه نشده است.

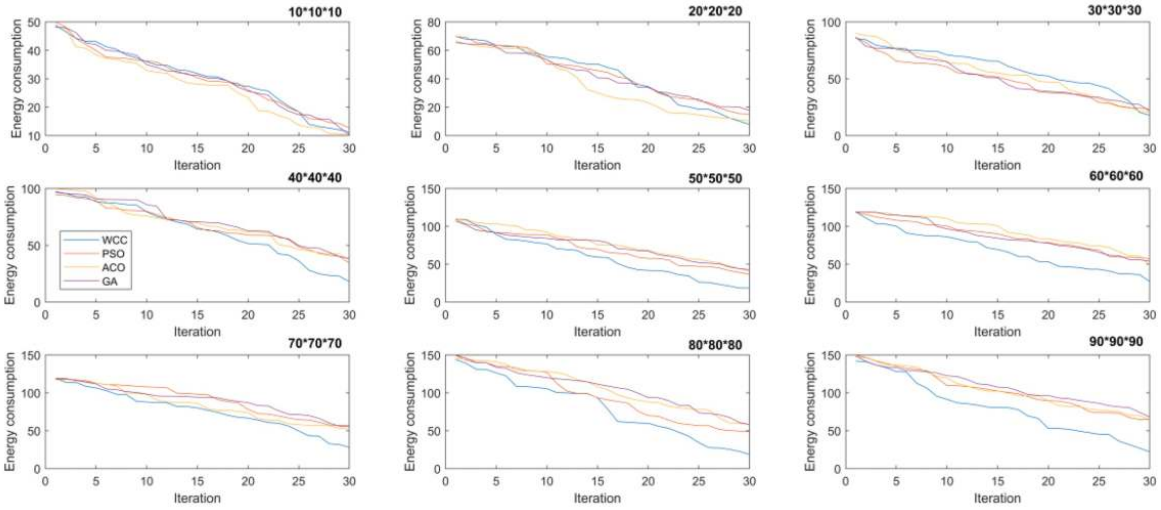
شبیه سازی

در این مقاله شرایط یکسان مانند تعداد کل فراخوانی نمره عملکرد، تعداد کل افراد در اولین جمعیت از راه‌حل‌های نامزد و غیره، در فرآیند مقایسه الگوریتم‌ها مورد توجه قرار گرفته است. برای مقایسه بهتر الگوریتم-ها، ۹ محیط سه‌بعدی مختلف، که خصوصیات آنها در جدول ۱ نشان داده شده استفاده شده است.

جدول ۱- خصوصیات محیط‌های مورد بررسی

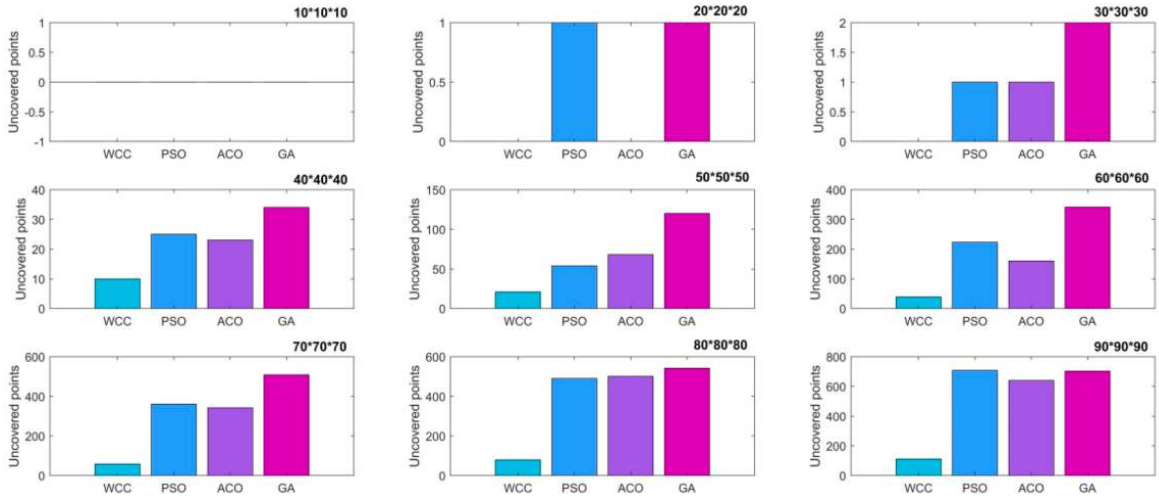
Environment	EN1	EN2	EN3	EN4	EN5	EN6	EN7	EN8	EN9
Dimension	$10 \times 10 \times 10$	$20 \times 20 \times 20$	$30 \times 30 \times 30$	$40 \times 40 \times 40$	$50 \times 50 \times 50$	$60 \times 60 \times 60$	$70 \times 70 \times 70$	$80 \times 80 \times 80$	$90 \times 90 \times 90$
# points	10^3	8×10^3	27×10^3	64×10^3	125×10^3	216×10^3	343×10^3	512×10^3	729×10^3

مانند مطالعات مختلفی که به مسائل بهینه‌سازی پرداخته‌اند، برخی از معیارها مانند همگرایی و پایداری رفتار در الگوریتم‌ها نیز ارزیابی می‌شوند. شکل ۲ همگرایی الگوریتم‌ها را در محیط‌های شبیه‌سازی شده نشان می‌دهد که در آن محور افقی تعداد تکرارها و محور عمودی مقدار انرژی محاسبه شده توسط رابطه (۵) را نشان می‌دهد. همانطوریکه در شکل ۲ نشان داده شده است، هنگامی‌که بعد محیط کوچک است، الگوریتم‌ها نیز به‌همین ترتیب عمل خواهند کرد. با این حال، در مقایسه با الگوریتم‌های دیگر، ثابت می‌کند WCC از نظر عملکردی با افزایش اندازه محیط مناسب‌تر است و مصرف انرژی کمتری دارد.



شکل ۲- همگرایی الگوریتم‌های بهینه‌سازی مختلف بر روی سناریوهای مختلف

در این مقاله علاوه بر مصرف انرژی شبکه‌های WSN ، نمره عملکرد تعداد کل نقاط کشف نشده نیز مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۳ نمودارهای توانایی الگوریتم‌ها را برای پوشش شبکه‌های WSN در ۹ محیط سه‌بعدی شبیه‌سازی شده نشان می‌دهد.



شکل ۳- تعداد کل نقاط پوشش داده نشده (کشف نشده)