



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر-نرم‌افزار

مدل‌سازی سیستم‌های خودسازمان‌ده توزیع شده با استفاده از مدل

PobSAM

نگارنده:

بهاره ابوالحسن زاده

استاد راهنما:

دکتر سعید جلیلی

استاد مشاور:

دکتر نصرالله مقدم چرکری

زمستان ۱۳۹۰

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

خاتم بهاره ابوالحسن زاده پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان مدلسازی و واریسی سیستمهای توزیع شده خودسازمان ده با استفاده از مدل PobsSAM در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۲ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده، پذیرش آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر نرم افزار پیشنهاد می کنند.

امضا	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیات داوران
	دانشیار	دکتر سعید جلیلی	استاد راعما
	دانشیار	دکتر نصراله مقدم چرگری	استاد مشاور
	استادیار	دکتر مهدی آبادی	استاد ناظر
	استادیار	دکتر رامتین خسروی	استاد ناظر
	استادیار	دکتر مهدی آبادی	مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)





دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، کلیه دانشجویان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اتمام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آموزشی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته مهندسی کامپیوتر- نرم افزار است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر سعید جنتی، مشرفه جناب آقای دکتر نصرالله مقدم چرکری از آن دفاع شده است.

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر تیراژ چاپی) را به «دفتر نشر آموزشی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیز خود را به نفع مرکز نشر تخصصی قریب قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رایبه عنوان خسارت به دانشگاه تریبیت مدرس، تحمیل کند.

ماده ۵: دانشجویان متعهد و قبول می کنند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای مرتبه ششمگرتزنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب بهره ایوان حسن زاده دانشجوی رشته مهندسی کامپیوتر-نرم افزار مقطع کارشناسی ارشد متعهد فیق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سپهر ایوان حسن زاده

تاریخ و امضا:



مستور العمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس .
مضمون یا عنایت به سیاستهای پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه
تکلیفی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای
هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که
تحت عنوان پایان نامه رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل
را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامهها / رسالههای مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه
بهره‌برداری از آن باید یا ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامهها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه
در مطبوع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

تصدیق در صلاحیتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از
پایان نامه رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز
کتابخانه از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و حق‌تعمیر دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل
نتیج مستخرج از پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا
مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به
تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق
مراجع ذی‌صلاح قابل پیگیری می‌شود.

نام و نام خانوادگی بهار ابوالحسن زاده

امضاء

تقدیم

تقدیم به پدر و مادر عزیزم:

به نام مادر

بوسه ای باید زد

دست هایی را

که می شویند غبار خستگی روزگار را

و سیراب می کنند روح تشنه را

به نام پدر

بوسه ای باید زد

دست هایی را

که می تابانند

نیرو را

و محکم می کنند

استواری پایه های زیستن را

تشکر و قدردانی

با سپاس فراوان به پیشگاه خداوند متعال و بوسه بر دستان پدر و مادرم

و با تشکر و قدردانی از استاد گرامی جناب آقای دکتر سعید جلیلی که در تمامی مراحل این پایان نامه با شکیبایی یاری رسانم بودند.

و نیز سپاسگذارم از زحمات جناب آقای دکتر نصرالله مقدم چرکری و راهنمایی‌های ارزشمند خانم دکتر نرگس خاکپور.

چکیده

پیشرفت‌های روز افزون در فن‌آوری، محیط محاسباتی را پویا و پیچیده ساخته است. در چنین شرایطی، سیستم‌ها نیازمند درجه‌ی بالاتری از خودمختاری هستند تا امکان ادامه‌ی عملکرد، بدون دخالت انسان را کسب کنند. در نتیجه‌ی بالا رفتن خودمختاری در سیستم‌های امروز، پیچیدگی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. وفق‌پذیری و همکاری طبیعی سیستم‌های زیستی ایده‌ی رویکردهای جدیدی است که برای مدیریت این افزایش پیچیدگی و ایجاد متدولوژی‌های قوی در طراحی سیستم‌ها و حل مسائل محاسباتی استفاده شده است. سیستم‌های بهره‌گرفته از این متدولوژی‌ها نوعاً با عنوان سیستم‌های خود-^{*} شناخته می‌شوند. در سال‌های اخیر، سیستم‌های خودسازمان‌ده، به عنوان مهمترین نوع از سیستم‌های خود-^{*}، توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده‌اند. سیستم‌های خودسازمان‌ده، از تعدادی مولفه‌ی خودمختار تشکیل شده‌اند. مکانیزم کنترلی در میان این مولفه‌ها توزیع شده است. هر یک از مولفه‌های سیستم سعی می‌کنند با تکیه بر اطلاعات و سیاست‌های محلی و همچنین تعامل با دیگر مولفه‌ها، به اهداف محلی خود دست یابند.

پویایی و پیچیدگی سیستم‌های خودسازمان‌ده چالش‌های بسیاری برای طراحان این نوع از سیستم‌ها ایجاد کرده است. از این میان تضمین درستی رفتار سیستم در حین و بعد از خودسازمان‌دهی دارای اهمیت ویژه‌ای است. در این پژوهش، روشی برای مدل‌سازی سیستم‌های خودسازمان‌ده بر مبنای مدل رسمی و منعطف H-PobSAM پیشنهاد شده است. روش پیشنهادی برخلاف روش‌های موجود، خصوصیات وفق‌پذیری (وفق‌پذیری رفتار و پیکربندی پویا) سیستم‌های خودسازمان‌ده را پشتیبانی کرده و از واریسی رسمی و واریسی زمان‌اجرای این سیستم‌ها پشتیبانی می‌کند. توانایی به‌کارگیری واریسی رسمی و واریسی زمان‌اجرا، روش پیشنهاد شده را از دیگر روش‌های به‌کار رفته در این حوزه متمایز ساخته و آن را روشی مناسب برای تضمین رفتار پویای سیستم‌های خودسازمان‌ده ساخته است.

کلید واژه: سیستم‌های خودسازمان‌ده، مدل‌سازی، واریسی رسمی، واریسی زمان اجرا

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱ - کلیات
۱-۱	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- تعریف مسئله
۵	۳-۱- نوآوری های پایان نامه
۵	۴-۱- مروری بر فصول پایان نامه
۷	فصل ۲ - مفاهیم پایه
۷-۱	۱-۲- مقدمه
۷-۲	۲-۲- ظهور و خودسازمان دهی
۷-۲-۱	۱-۲-۲- ظهور
۱۰-۲-۲	۲-۲-۲- خودسازمان دهی
۱۴-۲-۲	۳-۲-۲- ترکیب ظهور و خودسازمان دهی
۱۸-۳-۲	۳-۲- رویکردهای ساخت سیستم های خودسازمان ده
۱۸-۱-۳-۲	۱-۳-۲- رویکرد بالا-پایین
۱۹-۲-۳-۲	۲-۳-۲- رویکرد پایین-بالا
۲۰-۴-۲	۴-۲- مدل سازی
۲۱-۵-۲	۵-۲- واریسی رسمی
۲۱-۶-۲	۶-۲- واریسی زمان اجرا
۲۳-۷-۲	۷-۲- H- PobSAM
۲۴-۱-۷-۲	۱-۷-۲- سیاست های هدایتگر
۲۵-۲-۷-۲	۲-۷-۲- سیاست های وفق پذیری ساختاری
۲۵-۳-۷-۲	۳-۷-۲- سیاست های وفق پذیری رفتاری
۲۶-۸-۲	۸-۲- جمع بندی
۲۷	فصل ۳ - تاریخچه پژوهش در سیستم های خودسازمان ده
۲۷-۱-۳	۱-۳- مقدمه
۲۷-۲-۳	۲-۳- طراحی سیستم های خودسازمان ده
۲۷-۱-۲-۳	۱-۲-۳- عامل ها و محصولات
۲۹-۲-۲-۳	۲-۲-۳- چارچوب مفهومی برای طراحی سیستم های خودسازمان ده
۳۰-۳-۲-۳	۳-۲-۳- چارچوب طراحی مبتنی بر معماری سرویس گرا
۳۱-۴-۲-۳	۴-۲-۳- فرایند متحد تنظیم شده

۳۲.....	سلول خودگردان.....	۵-۲-۳
۳۴.....	رویکردهای ملهم از دانش زیستی و اجتماعی.....	۶-۲-۳
۳۴.....	خودسازمان دهی ملهم از طبیعت برای پشتیبانی پیکربندی پویا.....	۱-۶-۲-۳
۳۵.....	خودسازمان دهی ملهم از مفاهیم زیست محیطی.....	۲-۶-۲-۳
۳۶.....	خودسازمان دهی ملهم از مفاهیم بدن انسان.....	۳-۶-۲-۳
۳۶.....	مدل سازی رسمی سیستم های خودسازمان ده.....	۳-۳
۳۹.....	تحقیقات پیشین در واریسی زمان اجرای سیستم های خودسازمان ده.....	۴-۳
۳۹.....	جمع بندی.....	۵-۳
۴۰.....	مدل سازی سیستم های خودسازمان ده.....	فصل ۴
۴۰.....	مقدمه.....	۱-۴
۴۰.....	مورد مطالعه- کنترل خودسازمان ده ترافیک.....	۲-۴
۴۱.....	روش مدل سازی سیستم های خودسازمان ده.....	۳-۴
۴۲.....	مولفه های خودمختار.....	۱-۳-۴
۴۳.....	طراحی خودسازمان ده و کنترل غیرمتمرکز.....	۲-۳-۴
۴۶.....	خود-آگاهی و تعامل.....	۳-۳-۴
۴۷.....	کنترل رفتار، وفق پذیری رفتاری و پیکربندی پویا.....	۴-۳-۴
۵۲.....	روش واریسی رسمی در سیستم های خودسازمان ده.....	۴-۴
۵۳.....	شبیه سازی.....	۱-۴-۴
۵۴.....	تحلیل رسمی.....	۲-۴-۴
۵۵.....	روش واریسی زمان اجرا در سیستم های خودسازمان ده.....	۵-۴
۶۰.....	جمع بندی.....	۶-۴
۶۲.....	ارزیابی روش پیشنهادی.....	فصل ۵
۶۲.....	مقدمه.....	۱-۵
۶۲.....	مورد مطالعه- سیستم مدیریت ترافیک شهری.....	۲-۵
۶۲.....	معرفی سیستم مدیریت ترافیک شهری.....	۱-۲-۵
۶۵.....	مدل سازی سیستم کنترل ترافیک شهری.....	۲-۲-۵
۷۴.....	مورد مطالعه- سیستم ضدمین.....	۳-۵
۷۴.....	معرفی سیستم ضدمین.....	۱-۳-۵
۷۴.....	مدل سازی سیستم ضدمین.....	۲-۳-۵
۷۹.....	مورد مطالعه- سیستم حمل و نقل مسافری در فرودگاه هوشمند.....	۴-۵
۷۹.....	معرفی سیستم حمل و نقل مسافری در فرودگاه هوشمند.....	۱-۴-۵
۸۶.....	واریسی رسمی.....	۵-۵
۸۶.....	تحلیل سیستم مدیریت ترافیک شهری.....	۱-۵-۵
۸۸.....	تحلیل سیستم ضدمین.....	۲-۵-۵
۸۹.....	واریسی زمان اجرا.....	۶-۵

۹۰.....	روش پیاده سازی	۱-۶-۵
۹۲.....	وارسی زمان اجرای سیستم مدیریت ترافیک شهری	۲-۶-۵
۹۷.....	وارسی زمان اجرای سیستم حمل و نقل فرودگاه هوشمند	۳-۶-۵
۱۰۰.....	تحلیل روش پیشنهادی و مقایسه با سایر پژوهش ها	۷-۵
۱۰۱.....	توصیف معیارهای ارزیابی	۱-۷-۵
۱۰۳.....	تحلیل روش پیشنهادی	۲-۷-۵
۱۰۵.....	مقایسه روش پیشنهادی با دیگر پژوهش ها	۳-۷-۵
۱۱۰.....	نتیجه گیری	۸-۵
۱۱۱.....	فصل ۶- نتیجه گیری و پژوهش های آتی	
۱۱۱.....	نتیجه گیری	۱-۶
۱۱۲.....	پژوهش های آتی	۲-۶
۱۱۴.....	فهرست مراجع	
۱۱۷.....	واژه نامه ی انگلیسی- فارسی	
۱۲۱.....	واژه نامه ی فارسی- انگلیسی	

اصطلاحات

اصطلاح	عنوان کامل
H-PobSAM	PobSAM سلسله مراتبی
TLcontroller	مدیر ماژول چراغ راهنما
RTcontroller	مدیر ماژول ناحیه‌ی ترافیکی
Mincontroller	مدیر ماژول مین روب
ATV	ماشین خودمختار
ATVController	مدیر ماژول ماشین خودمختار
Cellcontroller	مدیر ماژول سلول
SAM	ماژول خود-ووفق پذیر

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

شکل ۱-۲: (۱) خودسازمان دهی بدون ظهور؛ (۲) ظهور بدون خودسازمان دهی؛ (۳) ترکیب ظهور و خودسازمان دهی [3].....	۱۵
شکل ۲-۲: عنصر خودمختار IBM [21].....	۲۰
شکل ۱-۳: عامل‌ها و محصولات در متامدل ارائه شده [25].....	۲۸
شکل ۲-۳: الگوی معماری برای سیستم‌های چندعاملی خودسازمان ده که عامل‌های محیطی مسئول حفظ چرخه بازخورد را نمایان می‌سازد [25].....	۲۹
شکل ۳-۳: معماری MetaSelf [27].....	۳۱
شکل ۴-۳: معماری SMC [28].....	۳۳
شکل ۵-۳: المان‌های اصلی در سیستم زیست محیطی [31].....	۳۶
شکل ۱-۴: ساختار داخلی یک ماژول خود-وفق پذیر [46].....	۴۳
شکل ۲-۴: نمونه‌ای از یک مولفه‌ی خودمختار [47].....	۴۴
شکل ۳-۴: نمونه‌ای از لایه‌ی اکتور در مدل H-PobSAM.....	۴۵
شکل ۴-۴: نمونه‌ای از لایه‌ی دید در مدل H-PobSAM.....	۴۶
شکل ۵-۴: چگونگی تشکیل لایه‌ی دید مشترک در یک ماژول خود-وفق پذیر [24].....	۴۷
شکل ۶-۴: معماری روش پیشنهادی در واری رسمی.....	۵۳
شکل ۷-۴: معماری روش پیشنهادی در واری زمان اجرا.....	۵۵
شکل ۸-۴: شبه‌کد الگوریتم واری زمان اجرا [47].....	۵۷
شکل ۱-۵: مولفه‌های سیستم کنترل ترافیک هوشمند.....	۶۳
شکل ۲-۵: انتزاعی از مدل ناحیه‌ی ترافیکی.....	۶۵
شکل ۳-۵: نمونه‌ای از تقسیم محدودی ترافیک شهری.....	۶۷
شکل ۴-۵: توصیف H-PobSAM از یک VMcontroller.....	۷۰
شکل ۵-۵: توصیف H-PobSAM از یک TLcontroller.....	۷۱
شکل ۶-۵: توصیف H-PobSAM از یک ناحیه‌ی ترافیکی.....	۷۳
شکل ۷-۵: نمونه‌ای از تقسیم منطقه‌ی مین روبی به نواحی کوچکتر.....	۷۵
شکل ۸-۵: ماژول یک مین روب.....	۷۵
شکل ۹-۵: توصیف H-PobSAM از یک مین روب.....	۷۸
شکل ۱۰-۵: فوق‌گراف سلسله‌مراتبی یک ATV [47].....	۸۱
شکل ۱۱-۵: توصیف H-PobSAM از یک ATV [47].....	۸۴
شکل ۱۲-۵: توصیف H-PobSAM از یک cellcontroller [47].....	۸۵

- شکل ۵-۱۳: نمونه ناحیه ی ترافیک شهری واریسی شده..... ۹۲
- شکل ۵-۱۴: نمونه ای از سیاست های استفاده شده در واریسی زمان اجرای سیستم مدیریت ترافیک شهری..... ۹۳
- شکل ۵-۱۵: نمونه ای از یک سیاست هدایتگر به زبان PonderTalk..... ۹۳
- شکل ۵-۱۶: نمونه ای از سیاست هدایتگر تعریف شده در پوسته ی Ponder2 به زبان PonderTalk..... ۹۴
- شکل ۵-۱۷: سربار رویکرد واریسی زمان اجرا در سیستم مدیریت ترافیک شهری..... ۹۶
- شکل ۵-۱۸: مثالی از تعداد دفعات انجام وفق پذیری ساختاری..... ۹۷
- شکل ۵-۱۹: نمونه پیاده سازی شده از فرودگاه هوشمند..... ۹۸
- شکل ۵-۲۰: کارایی رویکرد واریسی زمان اجرا در مورد مطالعه هوشمند..... ۹۹

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۸۸	جدول ۵-۱: نتایج واریسی سیستم مدیریت خودسازمان ده ترافیک.....
۸۹	جدول ۵-۲: نتایج واریسی سیستم خودسازمان ده ضد مین.....
۱۰۸	جدول ۵-۳: مقایسه ی روش های مدل سازی سیستم های خودسازمان ده.....

فصل ۱ - کلیات

۱-۱- مقدمه

پیشرفت‌های روز افزون در فن‌آوری، محیط محاسباتی را پویا، ناهمگون و پیچیده ساخته است. برای پشتیبانی پویایی و پیچیدگی موجود در شرایط محیطی، سیستم‌ها نیازمند درجه‌ی بالاتری از خودمختاری هستند تا امکان ادامه‌ی عملکرد بدون دخالت انسان را کسب کنند. در نتیجه‌ی بالا رفتن خودمختاری در سیستم‌ها، پیچیدگی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. بنابراین، یک موضوع اصلی در ساخت سیستم‌های امروزی مدیریت پیچیدگی در کاربردهای وسیع و بزرگ است. از آنجاکه، رویکردهای کلاسیک مدیریت سیستم، امروزه فقط در دامنه‌ی مسائل ایستا و قابل درک مفید هستند و با توجه به افزایش پیچیدگی و پویایی محیط‌های عملیاتی سیستم‌های امروز، نیازمند راه‌حل‌های پویا و وفق‌پذیر با تغییرات موجود در حوزه‌ی مسئله هستیم؛ در سال‌های اخیر، توجه محققان به رویکردهای مبتنی بر مفاهیم ملهم از طبیعت جلب شده است. در طبیعت، سیستم‌های زیستی قابلیت توسعه‌پذیری و رفتار خودمختار، بدون کنترل مرکزی را دارند؛ این سیستم‌ها تنها از شرایط محیطی محلی و تعامل با موجودیت‌های نزدیک تاثیر پذیرفته و به اهداف خود دست می‌یابند. این وفق‌پذیری و همکاری طبیعی ایده‌ی رویکردهای جدیدی است که برای ایجاد متدولوژی‌های قوی در طراحی سیستم‌ها و حل مسائل محاسباتی استفاده شده است. سیستم‌های بهره‌گرفته از این متدولوژی‌ها نوعاً با عنوان سیستم‌های خود-^۱* شناخته می‌شوند. مطالعه‌ی این سیستم‌ها کاربردهای بسیاری را در مهندسی نرم‌افزار تحت تاثیر قرار داده است. بسیاری از نویسندگان بیان داشته‌اند که این موضوعات آینده‌ی علم کامپیوتر را تعریف می‌کند.

در موضوع سیستم‌های خود-^{*}، بحث در ارتباط با سیستم‌هایی است که یک و یا چندین خصوصیت و ویژگی سطح بالا را ایجاد می‌کنند. این خصوصیات سطح بالا، قابل مشاهده توسط انسان هستند به عبارت دیگر، قابل اندازه‌گیری بوده و در کل سیستم مشاهده می‌شوند. نکته‌ی قابل توجه این سیستم‌ها این است که یک سیستم خود-^{*} دارای خودمختاری کامل و یا نیمه کامل در کنترل ویژگی‌های خود است. از

^۱ Self-*

مهمترین انواع خصوصیات خود-^{*} می توان به این خصوصیات اشاره کرد: خود-نظارتگر^۱، خود-تنظیم^۲، خود-پیکربندی^۳، خود-بهینه‌سازی^۴، خود-محافظ^۵، خود-درمانگر^۶، خود-مدیریت^۷، خود-وقف‌پذیر^۸ و خودسازمان‌ده^۹.

کلی‌ترین مفهومی که اخیراً در نظر گرفته شده است، مفهوم خودسازمان‌دهی است. مهندسين و دانشمندان علم کامپیوتر خودسازمان‌دهی را به عنوان ابزاری برای پشتیبانی سیستم‌های پیچیده و بزرگ و برای هماهنگ ماندن با رشد این سیستم‌ها معرفی کرده‌اند. نوعاً، خودسازمان‌دهی به فرایندی وفق‌پذیر و غیرمتمرکز میان مولفه‌های خودمختار سیستم، اشاره می‌کند. این فرایند، ساختارهایی در سطح سیستم ایجاد و حفظ می‌کند. این ساختار نتیجه‌ای از تعامل‌های محلی و انتشار اطلاعات و محاسبات ضروری در بین اجزای تشکیل دهنده‌ی سیستم است. این انتشار اطلاعات از این جهت دارای اهمیت است، که نه تنها توانایی عملیات غیر متمرکز را فراهم می‌آورد بلکه، خصوصیات غیرعملکردی نظیر مقیاس‌پذیری و عدم وجود تک نقطه شکست را نیز ایجاد می‌کند.

به طور خلاصه می‌توان گفت، خودسازمان‌دهی به عنوان تکامل یک سیستم به حالت سازمان یافته، در حضور محیط‌های متغیر و در غیاب کنترل مرکزی و یا خارجی، تعریف می‌شود. سیستم‌های خودسازمان‌ده عموماً از چندین مولفه‌ی خودمختار تشکیل شده‌اند که قادر به سازمان‌دهی الگوهای فعالیت خود در جهت یک هدف مشترک می‌باشند. این سیستم‌ها باید اختلالات را تحمل کرده و در پاسخ به شرایط غیر منتظره از خود وفق‌پذیری ساختاری نشان دهند، در اینجا ساختار می‌تواند فضایی، زمانی و یا عملکردی باشد. از مشخصات سیستم‌های خودسازمان‌ده توانایی آن‌ها برای عمل کردن در محیط‌های پویا و متغیر است. این سیستم‌ها برای حفظ عملکرد خود، به تغییرات موجود در محیط با انجام وفق‌پذیری ساختاری، پاسخ می‌دهند.

براساس درجه‌ی خودمختاری، سه رویکرد برای طراحی سیستم‌های پیچیده استفاده می‌شود. در رویکرد متمرکز، سیستم به شیوه‌ی بالا-پایین و با استفاده از یک عنصر کنترلی مدیریت می‌شود. کنترل

¹ Self-monitoring
² Self-tuning
³ Self-configuration
⁴ Self-optimization
⁵ self-protection
⁶ self-healing
⁷ Self-management
⁸ Self-adaptation
⁹ Self-organizing

مرکزی وجود یک نقطه شکست را تحمیل می‌کند و نیازمند توصیف کاملی از خصوصیات مطلوب و مشخصات محیط است. رویکرد سلسله مراتبی عناصر کنترلی متعددی را در نظر می‌گیرند که در سطوح مختلفی از سلسله مراتب توزیع شده‌اند. این عناصر کنترلی برای تحقق اهداف سیستم با یکدیگر تعامل می‌کنند. محاسبات ارگانیک^۱ مهمترین نمونه از این رویکرد است که خودمختاری کنترل شده را برای یک سیستم فراهم می‌آورد. اما، این رویکرد مقیاس‌پذیری سیستم را محدود می‌کند. اهداف کنونی در توسعه سیستم‌های خودسازمان‌ده به طور گسترده بر به کارگیری رویکرد غیرمتمرکز تاکید و تمرکز دارند. در یک رویکرد غیرمتمرکز، کنترل سیستم بین مولفه‌های آن توزیع شده و رفتار کلی سیستم از تعامل‌های محلی مولفه‌های آن به گونه‌ی پایین-بالا^۲ بروز می‌یابد.

۱-۲- تعریف مسئله

با توجه به مطالب گفته شده می‌توان نتیجه گرفت دو چالش عمده که طراحان سیستم‌های خودسازمان‌ده با آن مواجه‌اند عبارتند از: (i) طراحی عناصر خودمختار سیستم برای دستیابی به پویایی مورد انتظار در سطح سیستم و (ii) تضمین رفتار کلی سیستم.

در مورد اول چارچوب‌ها و مدل‌های متفاوت توسط گروه‌های تحقیقاتی گوناگون برای طراحی و مدل‌سازی سیستم‌های نرم افزاری خودسازمان‌ده ارائه شده است. در این میان مدل‌های رسمی^۳ نقش اصلی را برای اطمینان دادن در مورد قابلیت اطمینان این سیستم‌ها بازی می‌کنند. در حقیقت پویایی ذاتی سیستم‌های خودسازمان‌ده ما را به استفاده از روش‌های رسمی برای اطمینان از صحت عملکرد این سیستم‌ها در مراحل اولیه‌ی طراحی، ملزم می‌کند. انتخاب مدلی مناسب برای این منظور خود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سیستم‌های خودسازمان‌ده توانایی انجام وفق‌پذیری رفتاری و پیکربندی پویا را در پاسخ به شرایط متغیر محیط دارند. از اینرو، مدل انتخابی باید قادر به پشتیبانی از این دو نوع وفق‌پذیری باشد. اما علی‌رغم افزایش روزافزون توجهات به سوی این نوع سیستم‌ها تلاش چندانی در زمینه‌ی مدل‌سازی آن‌ها صورت نگرفته است. اکثر مدل‌های معرفی شده منعطف نبوده و تکامل‌های بعدی سیستم‌های خودسازمان‌ده را پشتیبانی نمی‌کنند و یا قابلیت پشتیبانی از انواع وفق‌پذیری صورت گرفته توسط این

¹ Organic Computing

² Bottom-up

³ Formal models

سیستم‌ها را ندارند. با توجه به فراگیر شدن این سیستم‌ها در جهان امروز و اهمیت مدل‌سازی در توسعه-ی آن‌ها، انتخاب مدل و روش مدل‌سازی مناسب در این زمینه ضروری است.

یکی دیگر از مهمترین چالش‌های ساخت سیستم‌های خودسازمان‌ده، ارائه‌ی گواهی بر قابل اعتماد بودن این سیستم‌هاست. در این حوزه، هدف اطمینان یافتن از رفتار سیستم در وفاداری به خصوصیات کلیدی تعیین شده و درست عمل کردن سیستم در طول و بعد از خودسازمان‌دهی است. با داشتن مدلی از سیستم و توصیفی از رفتار مطلوب آن، واری رسمی^۱، سعی در اثبات صحت طراحی با توجه به توصیف ارائه شده دارد. کارهای مهم و تکنیک‌های مختلفی (مانند واری مدل و اثبات قضیه) برای واری رسمی سیستم‌های پیچیده ارائه شده است. اما، پیچیدگی سیستم‌های خودسازمان‌ده و تکامل‌پذیر بودن آن‌ها واری این سیستم‌ها را تبدیل به یک مشکل فزاینده کرده است. مشکلاتی همچون انفجار فضای حالت از این دسته محسوب می‌شود. برای دوری از مشکلات واری رسمی و علی‌رغم نقش عمده-ی تکنیک‌های واری رسمی در اعتبارسنجی و واری سیستم‌های پیچیده، به کارگیری واری زمان اجرا به عنوان مکمل تکنیک‌های واری ایستا، ضروری است. واری زمان اجرا رویکردی موثر برای اطمینان یافتن از روی دادن رفتار مطلوب سیستم و پیش‌گیری از رفتار نامطلوب سیستم در زمان اجراست. بنابراین، استفاده از این تکنیک واری برای کسب اطمینان از صحت رفتار سیستم‌های خودسازمان‌ده که رفتار آن‌ها وابسته به محیط اجرا است، امری اجتناب‌ناپذیر است.

به طور خلاصه می‌توان گفت، اگرچه مفهوم خودسازمان‌دهی برای حل مسائل پیچیده بسیار امیدبخش است، ولی همچنان نامفهوم باقی مانده و فراگیر نشده است. این مفهوم موضوع بسیاری از تحقیقات تئوری بوده است اما، از کاربردهای عملی آن غفلت شده است. از سوی دیگر، در مطالعات متعدد گزارش-هایی از پیشرفت در این زمینه ارائه شده است؛ ولی کمبود یک روش معمول برای این کاربردها وجود شکافی عمیق را در این موضوع نشان می‌دهد. علاوه‌براین، تلاش چندانی در راستای مدل‌سازی رسمی این سیستم‌ها انجام نگرفته است، از دلایل این امر می‌توان پیچیدگی فزاینده‌ی این سیستم‌ها و همچنین در دسترس نبودن مدلی مناسب که توانایی پشتیبانی از خصوصیات آن‌ها را داشته باشد، نام برد. همچنین، با توجه به پویایی ذاتی این سیستم‌ها، واری آن‌ها نیز مسئله‌ای است که باید بیشتر به آن پرداخته شود که تاکنون مورد توجه قرار نگرفته است.

^۱ Formal verification

۱-۳- نوآوری های پایان نامه

در این پایان نامه، برای برطرف کردن کاستی‌های رویکردهای موجود برای طراحی، مدل‌سازی و واریسی سیستم‌های خودسازمان‌ده، کارهای زیر انجام شده است:

۱. روشی برای مدل‌سازی، تحلیل و طراحی سیستم‌های خودسازمان‌ده بر مبنای مدل رسمی و منعطف H-PobSAM ارائه شده است.

۲. برای ارزیابی رویکرد پیشنهادی دو مورد مطالعه با استفاده از روش پیشنهادی مدل شده است.

۳. برای دو مورد مطالعه ذکر شده، توصیف رسمی قابل اجرا در Maude فراهم شده و تحلیل و واریسی رسمی انجام شده است.

۴. برای نشان دادن کاربردی بودن رویکرد پیشنهادی دو مورد مطالعه‌ی طراحی شده با روش ذکر شده با استفاده از محیط Ponder2 پیاده‌سازی شده است.

۵. برای کسب اطمینان از برآورده شدن خصوصیات ایمنی توسط پیاده‌سازی و برای واریسی مورد‌های مطالعه‌ی طراحی شده در زمان اجرا، واریسی زمان اجرا را برای آن‌ها اعمال کرده‌ایم.

۱-۴- مروری بر فصول پایان نامه

در فصل دوم، مفاهیم پایه مورد نیاز برای ادامه‌ی بحث بیان شده است. این فصل با ارائه‌ی تعاریف متفاوت از مفهوم خودسازمان‌دهی و سیستم‌های خودسازمان‌ده شروع شده و در ادامه مفاهیم مدل‌سازی، واریسی رسمی و واریسی زمان اجرا بیان می‌گردد. در پایان مدل رسمی و منعطف H-PobSAM و اجزای آن معرفی شده است.

در فصل سوم بر کارهای انجام شده در حوزه‌ی مدل‌سازی، واریسی ایستا و واریسی زمان اجرای سیستم‌های خودسازمان‌ده، نگاهی گذرا کرده و ویژگی‌های آن‌ها بیان می‌شود.

در فصل چهارم روش پیشنهادی برای مدل‌سازی، واریسی رسمی و واریسی زمان اجرای سیستم‌های خودسازمان‌ده توضیح داده می‌شود.

در فصل پنجم دو مورد مطالعه با روش پیشنهادی مدل شده و با استفاده از توصیف رسمی قابل اجرا در Maude تحلیل و واریسی رسمی بر روی آن‌ها انجام شده است. در ادامه، طریقه‌ی پیاده‌سازی یک

سیستم طراحی شده با روش پیشنهادی، با استفاده از محیط Ponder2، توضیح داده می‌شود. علاوه بر این، واریسی زمان اجرا در مورد پیاده‌سازی‌های انجام شده، اعمال شده و رویکرد مورد استفاده ارزیابی می‌شود. در فصل ششم از پژوهش انجام شده نتیجه گیری شده و کارهای آتی بیان می‌شود.