

המחלקה להנדסת תוכנה
פרויקט גמר – תשע"ז
הדמיית ניתוב מידע של בקרת רמזורים על
ידי סוכנים חכמים
Simulation of message routing by
intelligent agents for the use of traffic
control

מאת

רפאל מזוז

מנחה אקדמי: ד"ר גיא קלמן
אחראי תעשייתי: מר בן דב
רכז הפרויקטים: ד"ר ראובן יגל
אישור: תאריך:
אישור: תאריך:
אישור: תאריך:

מערכות ניהול הפרויקט:

#	מערכת	מיקום
1	מאגר קוד	https://github.com/raphym/Simulation_of_message_routing_by_intelligent_agents
2	יומן	http://projects.jce.ac.il/moodle/mod/wiki/view.php?id=679
3	ניהול פרויקט	https://github.com/raphym/Simulation_of_message_routing_by_intelligent_agents
4	הפצה	אין

תוכן העניינים

2	תוכן העניינים
3	תקציר
3	מילון מונחים
4	1. מבוא
5	2. תיאור הבעיה
6	3. תיאור הפתרון תהליכים ונתוני המערכת תיאור הפתרון המוצע תיאור הכלים המשמשים לפתרון
7	4. סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה
8	5. נספחים
8	א. רשימת ספרות
9	ב. תרשימים וטבלאות
11	ג. תכנון הפרויקט
11	ד. טבלת סיכונים
12	ה. טבלת דרישות

תקציר

יכתב בהמשך.

מילון מונחים

רשת אד הוק ad Hoc network

חיבור של שניים או יותר של מחשבים בלי נתב מרכזי שאחראי על החיבור

מערכת מבוזרת Distributed System

מערכת תוכנה הנמצאת על גבי ריבוי מכונות כאשר כל חלק הוא חשוב על קיום של המערכת

סוכן חכם Smart Agent

הוא חלק של המערכת שלא צריך תמיכה מחלקים אחרים כדי להתקיים.

רספברי פיי Raspberry Pi

הראספברי פיי (באנגלית: Raspberry Pi) היא סדרת מחשבי-לוח-יחיד בגודל כרטיס אשראי שפותחו בקרן ראספברי פיי בבריטניה מתוך רצון לקדם את לימוד מדעי המחשב ונושאים קשורים אליהם בקרב תלמידים. אנחנו נשתמש במכשיר הזה כדי להרכיב את הרשת ad Hoc, כל מכשיר יהיה צומת של הרשת.

1. מבוא

במסגרת הלימודים בעזריאלי-המכללה האקדמית להנדסה ירושלים אבצע פרויקט גמר בשיתוף עם חברת ש.מ.ר אנרגיה. העבודה היא בנושא של תקשורת: ניתוב של נתונים במהירות גבוהה בין רכיבים בעלי אמצעי תקשורת אלחוטית המחוברים לרמזורים או פנסי תאורה לאורך כבישי העיר.

חברת ש.מ.ר אנרגיה עוסקת בתחום האנרגיה. החלה דרכה ב-2009 כשותפת מחקר עם חברת מילניום אלקטריק, עסקה בפיתוח בתחום התרמו-סולארי והקונגרציה. מ-2012 עברה החברה לתחום התייעלות האנרגטית תוך שימת דגש על הפן העסקי של ביצוע מהלכים להתייעלות אנרגטית.

כעת, החברה מפתחת "עיר חכמה" ורוצה ליצור מערך חכם לשליטה על התנועה בעיר ע"י מערכת שפועלת באופן אוטומטי וללא מרכז בקרה שמאויש בכוח אדם תמידי. החברה רוצה להתקין מצלמות על מנורות הרחוב וחיישנים נוספים ובנוסף רכיבי תקשורת וכל זאת על מנת לקבל מידע תמידי על המצב בכביש.

בפרויקט זה אבצע חלק בנושא של תקשורת, שישולב בסופו של דבר במערך הכולל.

2. תיאור הבעיה

בהנתן כמה מכשירים זולים וקטנים עם מעבד לא חזק, למשל רסברי-פי (RASPERRY PI) יש ליצור ערוץ נתונים אלחוטי על מנת לקשר את הרכיבים הפעילים של העיר כמו למשל רמזורים, תאורת רחוב, או רכיבים אחרים עם מקור חשמל.

החיבור של כל המכשירים ביחד יצור רשת אלחוטית פרטית ומאובטחת על מנת לענות על הצורך של חברת עיר חכמה בפיתוח של מערך החכם לשליטה של תנועה בעיר.

הצורך של החברה הוא אכן יצירת רשת מבוזרת להעברת נתונים במהירות גבוהה מרמזורים למרכז בקרת הרמזורים.
הרשת צריכה להיות אלחוטית ad-hoc שמשמשת בטכנולוגיה מבוזרת של "סוכנים חכמים"; כלומר ללא נתב מרכזי, וכל צומת (node) מסוגל לבצע עצמאית פעולות כמו:

- כניסה והתחברות לרשת הקיימת
- זיהוי שכנים ברשת
- שליחת הודעות
- קבלת הודעות
- העברת הודעות משכנים שמסביבו לכיוון תחנת קצה

לכן:

- הצומת חייב לדעת, לכל הפחות, את מיקומו ואת המיקום של השכנים הקרובים מסביבו.
- בהנתן צומת X שרוצה לשלוח הודעה לצומת Y כך ש $Y \neq X$ לא קרובים; לאיזה כיוון X יידע לשלוח את ההודעה?
- לצורך שליחת או העברת הודעה לכל צומת אחר, כל צומת צריך להחליף מידע עם השכנים שמסביבו על מנת לבנות תמונה קולקטיבית של מפת המכשירים.
- בנוסף, הרשת תדע לזהות ולדווח על איזורים ללא קליטה ותקלות שונות אחרות.

מבחינת הנדסת תוכנה הבעיה היא:

- יצירה של האלגוריתם שיפותח מתוך מגוון אלגוריתמים קיימים לבניית רשתות מבוזרות וניתוב.
- סימולציה של האלגוריתם, כלומר בנייה של מפה עם רכיבים כגון רמזורים, ספקים, מנורות, והעברת הודעות בצורה מאובטחת ביניהם.
- קריאת נתונים מקבצי מקור לתוך הסימולציה על מנת לשלוף את הנתונים והרכיבים של העיר מתוך קבצים חיצוניים.
- יומן אירועים שהסימולציה תקרא על מנת להדגים אירועים בזמן אמת.
- התמודדות עם בעיות של צמתים ברשת שהיא מבוזרת

3. תיאור הפתרון

מטרת הפרויקט ולמעשה פתרון הבעיה הוא יצירה אלגוריתם של ניתוב ברשת מבוצרת. השימוש יהיה התקנה של תוכנת ה"סוכן" על מכשיר זול וקטן עם מעבד לא חזק וצריכת חשמל נמוכה.

מכשיר זה יורכב על אמצעים בעלי מקור חשמל בעיר. למשל: מנורות, רמזורים או כל מתקן אחר שמאפשר חיבור חשמלי.

מכשיר זה אחרי החיבור למקור חשמלי יהפוך לצומת ברשת פרטית, הוא יהיה חלק משמעותי מהסיבה שצמתים אחרים יוכלו לתקשר דרכו.

תהליכים ונתוני המערכת

המערכת היא אוסף של צמתים שהם ה"סוכנים החכמים"

כל סוכן יפעל בכמה מצבים:

- כניסה והתחברות לרשת הקיימת
- זיהוי שכנים ברשת
- שליחת הודעות
- קבלת הודעות
- העברת הודעות משכנים שמסביב לכיון תחנת הקצה

תיאור הפתרון המוצע

המערכת שהיא בעצם הרשת, תדע לעביר חבילות מידע ממקום למקום, ללא תלות במרחק. כל סוכן (שולח ומקבל) יהיה ממוקם במקום בו יוכל לקלוט שידורים של שכן אחד לפחות. דבר זה מתאפשר בזכות צמתים אחרים שנמצאים מסביב ויכולים לקבל ולשלוח. מנגנון בתוכנת הניהול יוודא שכל צומת הוא בר גישה. הצומת שאינו היעד של הודעה, ידע לשלוח אותה בכיוון הכללי הנכון.

תיאור הכלים המשמשים לפתרון

בניית תוכנה הדמיה (סימולציה) שתקבל :

- עיר עם הרכיבים והנתונים שלה
- יומן אירועים

ההדמיה תריץ את התוכנה הפנימית שהיא אוסף של אלגוריתם של רשת Ad-Hoc מבוצרת. התוכנה תדמה אירועים בזמן אמת על ידי קריאה של יומן אירועים מתוך קובץ, ובנוסף תפעיל את הרכיבים כדי לענות על מצבים בהתאם.

- שפת כתיבה של האלגוריתם : C++
- שפת כתיבה של הסימולציה : C++
- סביבת עבודה לפיתוח האלגוריתם הוא Linux

4. סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה

Quorum: היא שיטה של ניתוב מידע ברשת מבוצרת, היא עובדת לפי בנייה של תת צמתים שהם "הצמתים החשובים" backbone.

הצמתים החשובים, הם יודעים יותר פרטים על אחרים למשל הם יודעים איפה נמצאים חלק מהצמתים ברשת.

קיימים מגוון אלגוריתמים שיכולים לעזור לי בבעיות של מיקום של צמתים, כיוון כללי של שליחת מידע, וניתוב של חבילות, בתוך המאמר :

A Survey on Position-Based Routing in Mobile Ad Hoc Networks

Martin Mauve and Jörg Widmer, University of Mannheim

Hannes Hartenstein, NEC Europe, Heidelberg

בנוסף שפת C++ הוא גם חלק חשוב בפרויקט.

C++ היא שפת תכנות מרובת פרדיגמות המבוססת על שפת התכנות C, שפותחה בשנות ה-80.

C++ מיישמת עקרונות של תכנות פרוצדורלי, תכנות מונחה-עצמים ותכנות גנרי. שפה זו הינה אחת השפות הפופולריות בקרב מתכנתים בעולם עד היום, ושפות פופולריות אחרות (כגון Java ו-C#) הושפעו ממנה במידה רבה מאוד. אכן אני צריך ללמוד לעומק את השפה על מנת להיות טוב יותר ולכתוב את האלגוריתם של ניתוב חבילות.

The C++ Programming Language

Programming -- Principles and Practice Using C++

Bjarne Stroustrup

5. נספחים

א. רשימת ספרות

A Survey on Position-Based Routing in Mobile Ad Hoc Networks

By Martin Mauve and Jörg Widmer

Wireless ad hoc network

By Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_ad_hoc_network

The C++ Programming Language

by Bjarne Stroustrup

Programming -- Principles and Practice Using C++

by Bjarne Stroustrup

A routing strategy and quorum based location update scheme for ad hoc wireless networks

by Ivan Stojmenovic and Bosko Vukojevic

Localisation et routage géographique dans les réseaux MANETs

By Mohamed Bakhouya, Ahmed Nait-Sidi-Moh

Ad Hoc Mobility Management with Uniform Quorum Systems

By Zygmunt J. Haas, Senior Member, IEEE and Ben Liang, Student Member, IEEE

Quorum-based Location Service in Vehicular Sensor Networks

By Euisin Lee, Hyunsoo Choe, Pragadheeshwaran Thirumurthi, Mario Gerla, and Sang-Ha Kim

Programmez avec le langage C++

By Mathieu Nebra (Auteur), Matthieu Schaller

Le routage dans les réseaux mobiles Ad hoc

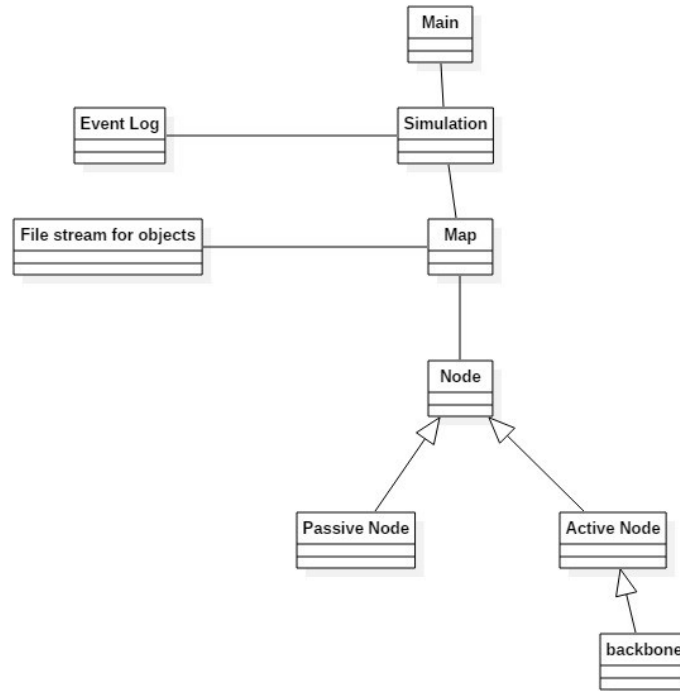
By Nicolas DAUJEARD, Julien CARSIQUE, Rachid LADJADJ, Akim LALLEMAND

A scalable quorum based location service in ad hoc and sensor networks

By Ivan Stojmenović

ב. תרשימים וטבלאות

Class diagram



Event Log : קובץ שתכיל רשימת אירועים.

Main : נקודה התחלה של התוכנה, מאתחל את הסימולציה

Simulation : מחלקה שתקרא מהיומן (Event Log) ותרץ אירועים

File Stream : מחלקה שתבצע קריאת נתונים מקבצי מקור לתוך הסימולציה על מנת לשלוף את הנתונים והרכיבים של העיר מתוך קבצים חיצוניים.

Map : מחלקה שתממש את המפה של העיר, היא תשתמש בFile Stream כדי לבנות את האובייקטים של המערכת.

Node : הוא צומת של הרשת, הוא יכול להיות רמזור, תאורה, ספק.

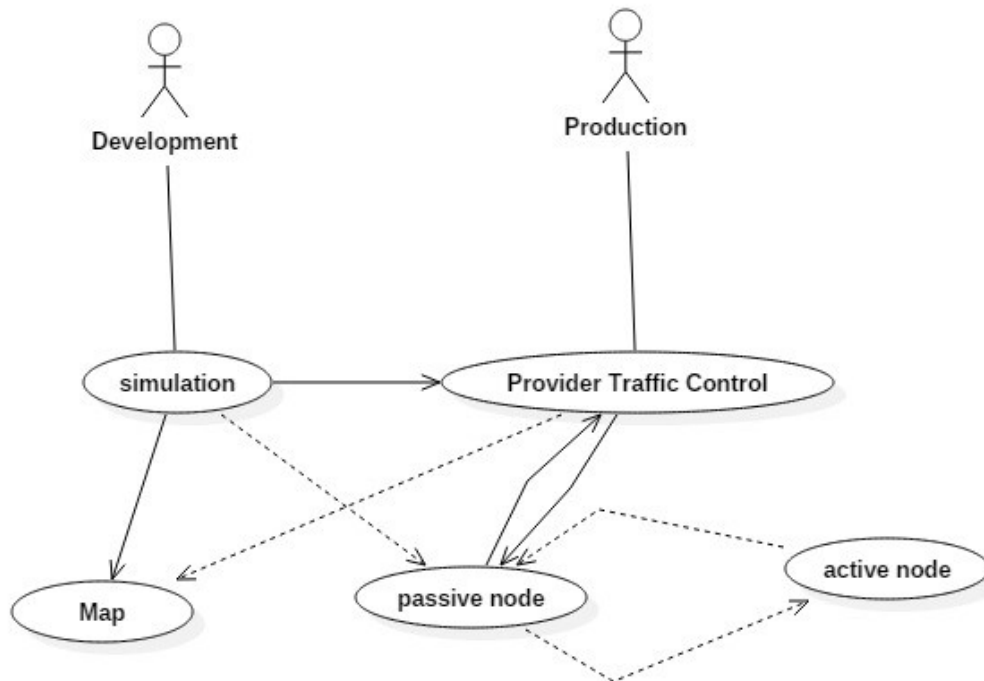
Passive Node : הוא Node פסיבי כלומר מבצעים עליו פעולות.

Active Node : הוא Node אקטיבי, קיימים שני סוגים :

• Provider : הוא יוזם את הפעולה על Node אחר.

• Backbone : הוא צומת חשוב שיודע יותר דברים על אחרים

Use Case Diagram



Production	Development
<p>Initialization of the system:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Read Map 2) When a node lights up <ul style="list-style-type: none"> → Discover its neighbors → Calculate Distance → By sending messages decide a quorum 3) Node or Provider (S) wants to send a message to another Node (D) 4) Send a Query to calculate Route 5) Send the packet to the destination 	<p>Simulation start:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Read Map 2) For every Node Calculate Distance 3) For every Node Calculate quorum 4) Read Event from the event file 5) Decide (S) Source and (D) Destination nodes following the event 6) Node S sends Query to calculate route to D 7) Node S sends packet to the Node D 8) Repeat step 4

ג. תכנון הפרויקט

שבוע	חשיבה על בנייה המוצר , פתרונות אפשריים
שבוע	לימוד , חזרה על שפת ++C
שבועיים	בניית סביבת הסימולציה
שבועיים	בניית העיר , מפה , רמזורים , מנורות
שבועיים	בניית ממשקים לשליפת נתונים מקבצי חיצונים לתוך המפה של העיר
3 שבועות	בניית ממשקים ליצירה ולשליפה של יומן אירועים לצרכי סימולציה
חודש	כתיבה של אלגוריתם
3 שבועות	אבטחת מידע העובר ברשת
22/01/17	הכנה אב טיפוס

ד. טבלת סיכונים

#	הסיכון	חומרה	מענה אפשרי
1	אי עמידה בלוח זמנים ובמועד הסיום הסופי	3	זירוז תהליך העבודה ואף במקרה חריג הסרת חלק מהדרישות ההתחלתיות.
2	המוצר הסופי לא תואם במלואו את דרישת הלקוח	3	הכנסת מסמך דרישות ביחד עם נציג הארגון.



ה. רשימת/טבלת דרישות

טבלת דרישות (User Requirement Document)

מס' דרישה	תיאור
1	בניית סביבת הסימולציה
2	בניית העיר, מפה, רמזורים, מנורות
3	בניית ממשקים לשליפה נתונים מקבצי חיצונים לתוך המפה של העיר
4	בניית ממשקים ליצירה ולשליפה יומן אירועים לתוכנית של סימולציה
5	בניית אלגוריתם של ניתוב של מערכת ad-hoc מבוצרת