

תרגיל בית מספר 2

נושא: נתיבי ספנות ברשת שינוע גלובלית

דדליין: יום א', 04/06/2023, 23:59

הגשה אפשרית בצמדים

בהצלחה רבה!

תיאור התרגיל

תרגיל זה עוסק בעיבוד נתונים של רשת שינוע גלובלית, שמתמקדת בספינות משא המעבירות מכולות בין נמלים ימיים בעולם. לאחר הזנה ועדכון של מסלולי ספינות ומעבר מכולות, התכנית מיועדת לתת מענה לשאלות הנוגעות לשינוע. אתם נדרשים לתכנן מונחה-עצמים; יש לכם חופש במימוש, פרט למספר אילוצים: רשת השינוע צריכה להיות מתוארת באמצעות גרפים, עליהם תחושבנה השאלות. שימוש כלשהו בטיפוסי מצביעים חייב להיעשות בעזרת המצביעים החכמים של שפת C++0x. בנוסף, עליכם לשלב מנגנון חריגות לטיפול בשגיאות וגם לשאוף ליעילות הקוד באמצעות שילוב של *move semantics*.

שינוע גלובלי של התאגיד Boogie-lever: איפיון

רשת השינוע של תאגיד מוצרי הצריכה Boogie-lever כוללת צמתים המייצגים נמלים ימיים בהם נפרקות מכולות, וספינות משא המקשרות בין הצמתים. המידע אודות רשת השינוע כולל את הנמלים, המסלולים, כמות המכולות המשוונות, והזמנים המאפיינים, ועליו להיות מיוצג באמצעות שני גרפים מתמטיים:

- **גרף המכולות:** קשת מייצגת את שינוע המכולות – משקלה יהיה מספר המכולות המועברות מנמל המקור לנמל היעד
- **גרף הזמנים:** קשת מייצגת את זמן המעבר (הממוצע) מנמל אחד לנמל שני – משקלה יהיה מספר הדקות (הממוצע) הנדרש להפלט ספינת-משא

מטרת התרגיל היא בניית מערכת ממוחשבת המכילה את קווי הספנות של התאגיד באמצעות שני הגרפים המתוארים ואשר מסוגלת לחשב שאלות הנוגעות למסלולי הספינות ולמאזן המכולות. עליכם לתכנן ולממש תכנית המקבלת כקלט קבצים המתארים את רשת הספנות הקיימת, ולאחר הגדרת הרשת בזיכרון, תאזין לערוץ קלט סטנדרטי מול המשתמש בטרמינל לשם קבלת פקודות וחישובן. לאחר כל קבלת פקודה מן המשתמש וביצועה, התכנית תחזור למצב המתנה לקלט נוסף, עד אשר תוקלד פקודת היציאה.

הרצת התכנית

התכנית תקבל כארגומנט לפחות קובץ קלט אחד, עם אופציות לארגומנט נוסף המציין קובץ פלט. לאחר קומפילציה של התכנית, למשל לכדי קובץ הרצה בשם cargoBL, כך ניתן יהיה להריץ אותה במקרה של עבודה דרך טרמינל:

```
$ ./cargoBL -i <infile1> [ <infile2> <infile3> ... ]  
[-o] <outfile>
```

על התכנית לקבל לפחות קובץ קלט אחד בכדי לרוץ; אך במקרה של שגיאה באחד הקבצים, התכנית לא תרוץ כפי שיפורט בהמשך. ללא האופציה לציון שם קובץ הפלט (שימוש בדגל -o), ברירת המחדל עבור הפלט תהיה קובץ בשם output.dat.

קבצי קלט

כל קובץ קלט כולל מידע על הפלגה של ספינת משא בודדת, כך שבאופן עקיף, קבצי הקלט מגדירים את הגרף כולו, כולל הוספת צמתים.

קובץ קלט חוקי יכיל בשורה הראשונה שלו שם נמל ("מקור המכולות") וזמן יציאה חוקי, מופרדים בפסיק.

לאחר מכן, כל שורת קלט חוקית תכלול את שם נמל העגינה, זמן ההגעה, מספר המכולות הנפרקות, וזמן היציאה – מופרדים באמצעות פסיק (', '):

```
<port_name>,<arrival_time>,<container_quantity>,<departure_time>
```

נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים, אביב 2023

להלן דוגמא מפורשת עבור קובץ קלט חוקי:

```
Tuen Mun,05/01 10:01
Singapore,11/01 16:18,67,12/01 09:15
Mumbai,19/01 07:45,23,19/01 20:30
Suez,24/01 11:15,15,25/01 10:00
Ashdod,26/01 07:00,44,29/01 08:50
```

בדוגמא זו, נמל Tuen Mun הוא נמל המקור, ולכן **גרף המכולות** יעודכן בארבע קשתות מקדקד המייצג אותו אל ארבע קדקדים נוספים, עם המשקולות {67,23,15,44}, בהתאמה. במקביל, על **גרף הזמנים** להתעדכן בארבע קשתות מכוונות,

{(Tuen Mun, Singapore) (Singapore, Mumbai) (Mumbai, Suez) (Suez, Ashdod)}

עם המשקולות המתאימות לייצוג זמני ההפלגה בדקות: {9017, 9990, 6645, 1260}, בהתאמה.

- שם נמל הינו מחרוזת בעלת לכל היותר 16 תווים (אלפביתיים וכן תו הרווח ' ').
 - כמות מכולות במשלוח היא בהכרח מספר שלם חיובי.
 - ניתן להניח כי כל התאריכים חלים בשנת 2023; זמן חוקי יוגדר בפורמט מן הצורה: dd/mm HH:mm
 - בהינתן מידע מאוחר על קשת שכבר קיימת בגרף (תסריט של קשת שהתווספה לגרף על-סמך נתונים של קובץ אחד, ומופיעה שוב בהמשך קריאת הנתונים מהפלגה של ספינת משא אחרת), **משקולת הקשת של גרף הזמנים תעודכן ע"פ ממוצע המשקולות** (כלומר, עדכון אפשרי על סמך נתונים מאוחרים יותר).
 - במקרה של קלט לא חוקי (למשל, שגיאה בפתיחת אחד הקבצים, פורמט שגוי, זמן נסיעה שלילי, וכיוצא באלה), מנגנון חריגות (Exceptions), שעליכם לממש, יופעל. בעקבותיו התכנית תדפיס את הודעת השגיאה הבאה, המציינת את שם הקובץ ואת מספר השורה הבעייתית (שורה 0 במקרה שהקובץ אינו קיים/ניתן לקריאה):
`Invalid input in file <fileName> at line <numLine>.\n`
מיד לאחר מכן התכנית תסתיים בסטטוס יציאה המציין שגיאה.
- שימו לב כי טעינת קבצי קלט איננה בלעדית לשלב תחילת התכנית. ותיתכן גם במהלך האינטראקציה מול המשתמש.

פקודות המשתמש

לאחר הרצת התכנית וטעינה של נתוני רשת מקובץ קלט אחד לפחות, ובהנחה שכל הקלטים היו חוקיים, התכנית תעבור למצב המתנה לטקסט של המשתמש בערוץ הקלט הסטנדרטי. התכנית נדרשת לתמוך בפקודות הבאות:

- [1] פקודת טעינת קובץ נתונים נוסף בשם load; על המשתמש להקליד שם קובץ יחיד, ובאם הוא קיים ובפורמט תקין, התכנית תעדכן את נתוני רשת השינוע שלה (עבור שני הגרפים):

```
[input] load HapagLloyd_3.dat
[output] Update was successful.
```

במקרה שהקובץ אינו קיים, אינו ניתן לקריאה, על התכנית לטפל בשגיאה באמצעות מנגנון חריגות ולהוציא הודעת שגיאה למשתמש:

```
[input] load Maersk_0.dat
[output] ERROR opening/reading the specified file.
```

במקרה של קלט לא חוקי (למשל, פורמט שגוי, זמן נסיעה שלילי, וכיוצא באלה), התכנית תדפיס את הודעת השגיאה הבאה, המציינת את שם הקובץ ואת מספר השורה הבעייתית:

```
[output] Invalid input at line <numLine>.\n
```

במקרה כזה התכנית תתעלם מכלל הקלט שהופיע בקובץ זה, ותחזור למצב האזנה לפקודות (תסריט זה שונה מההרצה הראשונית של התכנית, בה קובץ קלט שגוי מביא לסיומה של התכנית).

- [2] שאילתה למציאת קבוצת הנמלים המקושרים לנמל נתון (כלומר, קבוצת הקדקדים אליהם ניתן להגיע במעבר קשת יחיד) בשם outbound; על המשתמש בתכנית להקליד שם נמל, <port>, ואת שם הפקודה מופרד בפסיק. על התכנית להדפיס לפלט הסטנדרטי את הנמלים ברשת השינוע אליהם ניתן להגיע בהפלגה יחידה: שם נמל וזמן ההפלגה מופרדים בפסיק; כל הפלגה בשורה נפרדת. באם לא קיימות בגרף קשתות יוצאות מקדקד זה, התכנית תדפיס אל הפלט הסטנדרטי את ההודעה הבאה:

```
<port>: <SPACE> no outbound ports
```

נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים, אביב 2023

דוגמא:

```
[input] Reykjavik,outbound
```

```
[output] Newark,10504
```

```
[input] Boston,outbound
```

```
[output] Boston: no outbound ports
```

[3] שאילתה למציאת קבוצת התחנות מהן יש קישור לנמל נתון (כלומר, קבוצת הקדקדים מהם ניתן להגיע במעבר קשת יחיד) בשם inbound; על המשתמש בתכנית להקליד שם נמל, <port>, ואת שם הפקודה מופרד בפסיק. על התכנית להדפיס לפלט הסטנדרטי את הנמלים ברשת השינוע מהן ניתן להגיע בהפלגה יחידה: שם נמל וזמן ההפלגה מופרדים בפסיק; כל הפלגה בשורה נפרדת. באם לא קיימות בגרף קשתות נכנסות אל קדקד זה, התכנית תדפיס אל הפלט הסטנדרטי את ההודעה הבאה:

```
<port>: <SPACE> no inbound ports
```

דוגמא:

```
[input] Newark,inbound
```

```
[output] Rotterdam,14996
```

```
[output] Galway,13115
```

```
[output] Lisbon,14220
```

```
[output] Reykjavik,10880
```

[4] שאילתה לחישוב מאזן המכולות המצוי בנמל נתון בנקודת זמן נתונה, בשם balance; על המשתמש בתכנית להקליד את שם הנמל, <port>, את שם הפקודה מופרד בפסיק, ואת הזמן הנקוב בו ייבדק המאזן, מופרד בפסיק בפורמט HH:mm dd/mm. על התכנית להדפיס לפלט הסטנדרטי את מאזן המכולות בנקודת זמן זו. ההנחה היא שבתחילת ריצת התכנית בכל הנמלים קיים מאזן אפס של מכולות.

דוגמא:

```
[input] Tuen Mun,balance,05/01 10:00
```

```
[output] 0
```

```
[input] Tuen Mun,balance,05/01 10:01
```

```
[output] -149
```

```
[input] Singapore,balance,11/01 16:30
```

```
[output] 99
```

[5] פקודה להדפסת פלט של רשת השינוע בשם print, הכוללת את שני הגרפים המתוארים; פורמט ההדפסה כרצונכם (הפלט יירשם בקובץ הפלט בלבד).

הערות:

- מאזן המכולות של Singapore בדוגמא של [4] הושפע מקבצי קלט נוספים שלא הוצגו מפורשות – וזאת בכדי להמחיש שהחישוב צריך להתבצע על כלל הקלטים שהוזנו לתכנית.
- אם לא קיים ברשת נמל כפי שצוין ע"י המשתמש באחת הפקודות, על התכנית להדפיס את הודעת השגיאה הבאה:
<port> <SPACE> does not exist in the database.\n

נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים, אביב 2023

לדוגמא:

```
[input] Cagliari,inbound
```

```
[output] Cagliari does not exist in the database.
```

- כל הקלדה של טקסט שאינו רצף אלפביתי מתאים, או הפקודה המפורשת exit, יענה באמצעות הודעת השגיאה הבאה:

```
USAGE: 'load' <file> *or*  
<node>,'inbound' *or*  
<node>,'outbound' *or*  
<node>,'balance',dd/mm HH:mm *or*  
'print' *or*  
'exit' *to terminate*
```

בכל מקרה, לאחר מכן התכנית תמתין לקלט נוסף מן המשתמש.

- רק הקלדת הפקודה exit תסיים את התכנית (בהנחה שהתכנית עברה בהצלחה לשלב האינטראקציה מול המשתמש).

פלט

בהינתן פקודת print בעת האינטראקציה מול המשתמש, על התכנית לרשום לקובץ הפלט ייצוג של רשת השינוע הכולל את שני הגרפים, בפורמט כרצונכם.

אילוצים ודגשים

- המימוש נדרש להיות בשפת C++; בתרגיל זה עליכם להשתמש במצביעים החכמים של C++0x בכל שימוש במצביעים.
- יש לבדוק תקינות קלטים; במקרה של אי-תקינות, יש להפעיל מנגנון חריגות ולהציג הודעות שגיאה מתאימות.
- עליכם לשאוף ליעילות ביצועים, ובפרט, לממש *move semantics* עבור מחלקות שעשויות להפיק מכך תועלת.
- עליכם לוודא כי התכנית עוברת קומפילציית `g++ -std=c++0x` התואמת את הקומפיילר שעל שרת המכללה ללא כל שגיאות או אזהרות כלשהן, ורצה בהצלחה. לשם כך, ניתן לבדוק קומפילציה עם הבודק האוטומטי בקוד 49.
- עליכם לתעד את הקוד באמצעות הערות המתארות בקצרה את המחלקות והפונקציות השונות.

הגשה

- עליכם להגיש במערכת Moodle קובץ ארכיב מטיפוס zip בלבד, ששמו כולל את קוד הקורס ('49'), שם התרגיל ('ex2') ותעודת הזהות של הסטודנט/ית המגישה, מופרדים בקו תחתי בפורמט הבא:
`49_ex2_studID.zip`, או בפורמט `49_ex2_ID1_ID2.zip` במקרה של הגשת צמד.
- על ארכיב zip זה להכיל את כל קבצי המקור (ממשק/מימוש) הנדרשים לקומפילציה, והוא רשאי להכיל תיעוד טקסטואלי; מבחינת טיפוס קבצים, עליו לכלול רק קבצים עם סיומות `*.cpp` `*.h` `*.txt`.
- לדוגמה: על סטודנט שמספר הזיהוי שלו הינו 012345678 להגיש ארכיב בשם `49_ex2_012345678.zip` הכולל את כל קבצי המקור של הפרוייקט, ללא תיקיות כלשהן, ורשאי להכיל קובץ טקסטואלי לתיעוד.

אי-הקפדה על ההנחיות, תגרור הורדה בציון התרגיל. לא תתקבלנה הגשות באיחור!