



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

# Szabály alapú útvonalépítési stratégiák nagy hálózatokban

DIPLOMATERV

*Készítette*

Döbrey Gábor

*Konzulens*

dr. Heszberger Zsolt

2014. április 21.

# Tartalomjegyzék

<b>Kivonat</b>	<b>3</b>
<b>Abstract</b>	<b>4</b>
<b>Bevezető</b>	<b>5</b>
<b>1. Általánosított hálózatok és útvonalválasztási szabályok</b>	<b>7</b>
1.1. A hálózati modell . . . . .	7
1.2. Útvonalválasztás, routing algebrák . . . . .	7
1.2.1. Műveletek routing algebrák között . . . . .	7
<b>2. Példák hálózatokra és útvonalválasztásukra</b>	<b>8</b>
2.1. Példa 1 . . . . .	8
2.2. Példa 2 . . . . .	8
2.3. Példa 3 . . . . .	8
2.4. Egyéb routing algebrák . . . . .	8
2.5. A további elemzésre kiválasztott algebrák . . . . .	8
<b>3. Valós hálózatok vizsgálata</b>	<b>9</b>
<b>Irodalomjegyzék</b>	<b>10</b>
<b>Függelék</b>	<b>11</b>
F.1. A TeXnicCenter felülete . . . . .	11
F.2. Válasz az „Élet, a világmindenség, meg minden” kérdésére . . . . .	12

## HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott *Döbrei Gábor*, szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a diplomatervet meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(k), cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy autentikált felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Budapest, 2014. április 21.

---

*Döbrei Gábor*  
hallgató

# Kivonat

Jelen dokumentum egy diplomaterv sablon, amely formai keretet ad a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karán végző hallgatók által elkészítendő szakdolgozatnak és diplomatervnek. A sablon használata opcionális. Ez a sablon  $\text{\LaTeX}$  alapú, a *TeXLive*  $\text{\TeX}$ -implementációval és a PDF- $\text{\LaTeX}$  fordítóval működőképes.

# Abstract

This document is a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-based skeleton for BSc/MSc theses of students at the Electrical Engineering and Informatics Faculty, Budapest University of Technology and Economics. The usage of this skeleton is optional. It has been tested with the *TeXLive* T<sub>E</sub>X implementation, and it requires the PDF-L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X compiler.

# Bevezető

A számítógépes hálózatok rohamos fejlődésével egyre nagyobb igény mutatkozik ezen komplex rendszerek megismerésére. Általános esetben a (kis) hálózatok struktúrája és működési mechanizmusai jól meghatározottak, hiszen a saját tervezésünk eredményeként jöttek létre és a vezérlés is a mi kezünkben van. Pontosán tudjuk, hogy egy hálózati csomópont melyik másik csomóponttal van kapcsolatban, ismerjük az összeköttetéseket és az útvonalválasztást meghatározó szabályokat is. Ha bármilyen módosítást szeretnénk eszközölni, vagy egy hibát szeretnénk kijavítani, azonnal - \*\*\* de minden esetre is nagyon gyorsan - tudjuk, hogy hol kell beavatkozni. Azonban egy olyan hálózat vizsgálata során, amelyet nem mi tervezetünk, nagyon gyorsan szembesülünk olyan kérdésekkel, amiket csak nehezen és sok munka árán tudunk megválaszolni - mérésekkel, teszteléssel - és csak abban az esetben, ha a hálózat mérete még nem jelent problémát.

Az Internet gerinchálózatát kialakító szabályrendszert nagy vonalaiban ismerjük. Az Internet AS<sup>1</sup>-szintű topológiáját a BGP<sup>2</sup> határozza meg. Különböző eljárásokat ismerünk az Autonóm Rendszerek közti kapcsolatok feltárására a BGP-s routing táblák alapján \*\*\*[?], illetve az Internet router-szintű topológiájából \*\*\*[?], sőt az AS-ek routing-policy<sup>3</sup>-jét is tudjuk becsülni \*\*\*[?]. Megismerhetjük tehát az Internet topológiáját, de eddig még senki sem tudott választ adni arra a kérdésre, hogy miért éppen így alakultak ki a kommunikációs utak.

Az útvonalválasztó algoritmusok általános szabályok (policy) mentén alakítják ki a lehetséges kommunikációs útvonalakat és bár a kapcsolódó irányadó paraméterek igen változatosak lehetnek, a legrövidebb útvonalat szoktuk a legjobbnak tekinteni. Mégis, ha megvizsgáljuk az Internet magas szintű topológiáját és a kialakult utakat, akkor azt vesszük észre, hogy a kialakult utak nem az optimális megoldások az utak hosszát tekintve. Mivel feltehetjük, hogy az anyagi haszon maximalizálása céljából az AS-ek üzemeltetői racionális döntések révén építették ki pontosan ezeket az utakat, jogos kérdés, hogy pontosan milyen stratégia alapján tették ezt. Mi vezethet egy látszólag ésszerűtlen döntéshez? Egyéb hálózatokra, problémákra is igaz az, hogy az adott szituáció optimális utai nem tűnnek racionálisnak. A valós életből vett példa: egy ország közlekedési hálózatán közlekedő távolsági buszok útvonala. Sokszor nem a legrövidebb/leggyorsabb/legköltséghatékonyabb útvonalat használják, mert figyelembe vesznek csatlakozási-, menetrendi- és egyéb szem-

---

<sup>1</sup>Autonomous System - Autonóm rendszer: önálló útválasztási tartomány, amelyen belül egyetlen, jól meghatározott útvonalválasztási szabály érvényesül

<sup>2</sup>Border Gateway Protocol

<sup>3</sup>Útvonalválasztási szabályrendszer

pontokat is. Ugyanerre példa a hangyabolyok útvonalai: a hangyák a saját otthonukban hosszú, kacsaringós utakat építenek ki, csak hogy egy esetleges behatoló eltévedjen a bolyban. Mivel sok esetben megfigyelhető ez a látszólagos ellentmondás, egy általános megoldás sok kérdést megválaszolna. Diplomamunkámban ezt a problémát vizsgálom meg.

Az 1. fejezetben a szakirodalom áttekintés mellett egy általános hálózati- és routing modellt írok le, amely képes egységesen kezelni (racionálisnak elfogadni), hogy különböző problémák esetében különböző mérték szerint optimalizálunk. A hálózat-fogalom általánosítása mellett az útvonalválasztás szabályrendszerét is egy jól definiált matematikai struktúrával kell meghatározni, hogy definiálni lehessen policy-k közti műveleteket, amelyekkel össze is tudunk kapcsolni policy-eket és tudjuk vizsgálni az költsönhatásukat.

A 2. fejezetben változatos problémákat és a hozzájuk tartozó routing policy-ket mutatok be és írok le a megalkotott keretrendszerrel. Ezután szimulációs módszerekkel elemzem, hogy egyes teszt-hálózatokban milyen utakat határoz meg egy ilyen policy, és javaslatot teszek, hogy egy valós hálózat útvonalválasztását melyik policy-k keverékével lehet legpontosabban modellezni.

A 3. fejezetben több valós hálózatot vizsgálom meg az addigra meghatározott saját policy-k segítségével, és megvizsgálom a keverék policy pontosságát, azaz azt, hogy mennyire térnének el a valós hálózatbeli utak a jelenlegitől akkor, ha az általam ismertett policy-kel határoznánk meg azokat.

A feladatok elvégzéséhez a NetLogo<sup>4</sup> nevű hálózati szimulátort fogom használni; a valós hálózatok a BGP hálózat és egy repülési útvonalakat tartalmazó hálózat lesz.

A Diplomatervben törekszem a szakmai közönség által érthető megfogalmazásra, általában a középiskolai matematikát meg nem haladó eszközrendszerrel dolgozom, az ennél komolyabb fogalmak, definíciók, tételek pedig megtalálhatók a függelékben. Mindazonáltal a számításelmélet, az algoritmuselmélet és egyéb magasabb szintű témakörök ismerete elengedhetetlen ennek a témának a tárgyalása során.

---

<sup>4</sup><http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

## 1. fejezet

# Általánosított hálózatok és útvonalválasztási szabályok

### 1.1. A hálózati modell

### 1.2. Útvonalválasztás, routing algebrák

#### 1.2.1. Műveletek routing algebrák között



## 2. fejezet

# Példák hálózatokra és útvonalválasztásukra

### 2.1. Példa 1

### 2.2. Példa 2

### 2.3. Példa 3

### 2.4. Egyéb routing algebrák

### 2.5. A további elemzésre kiválasztott algebrák

### 3. fejezet

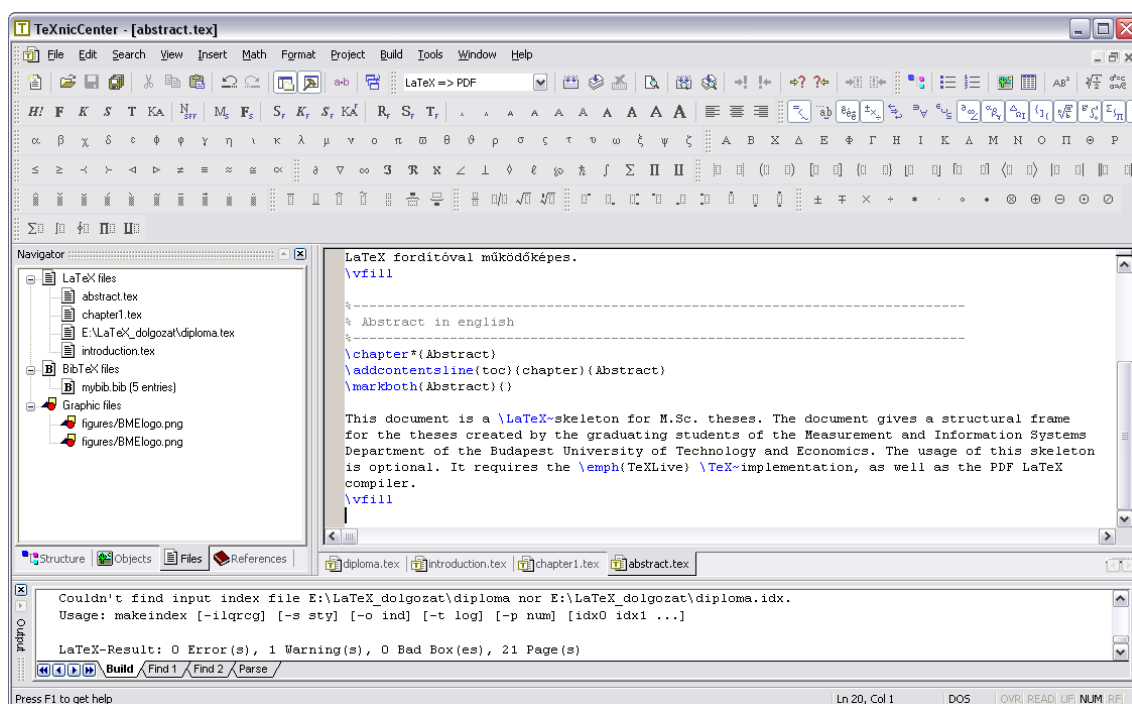
## Valós hálózatok vizsgálata

# Irodalomjegyzék

- [1] Leslie Lamport , *LaTeX: A Document Preparation System*. Addison Wesley, Massachusetts, 2nd Edition, 1994.
- [2] Lamport , *LaTeX: A Document Preparation System*. Addison Wesley, Massachusetts, 2nd Edition, 1994.

# Függelék

## F.1. A TeXnicCenter felülete



**F.1.1. ábra.** A *TeXnicCenter* Windows alapú *L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X*-szerkesztő.

## F.2. Válasz az „Élet, a világmindenség, meg minden” kérdésére

A Pitagorasz-tételből levezetve

$$c^2 = a^2 + b^2 = 42. \quad (\text{F.2.1})$$

A Faraday-indukciós törvényből levezetve

$$\text{rot } E = -\frac{dB}{dt} \quad \longrightarrow \quad U_i = \oint_{\mathbf{L}} \mathbf{E} d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \int_A \mathbf{B} d\mathbf{a} = 42. \quad (\text{F.2.2})$$