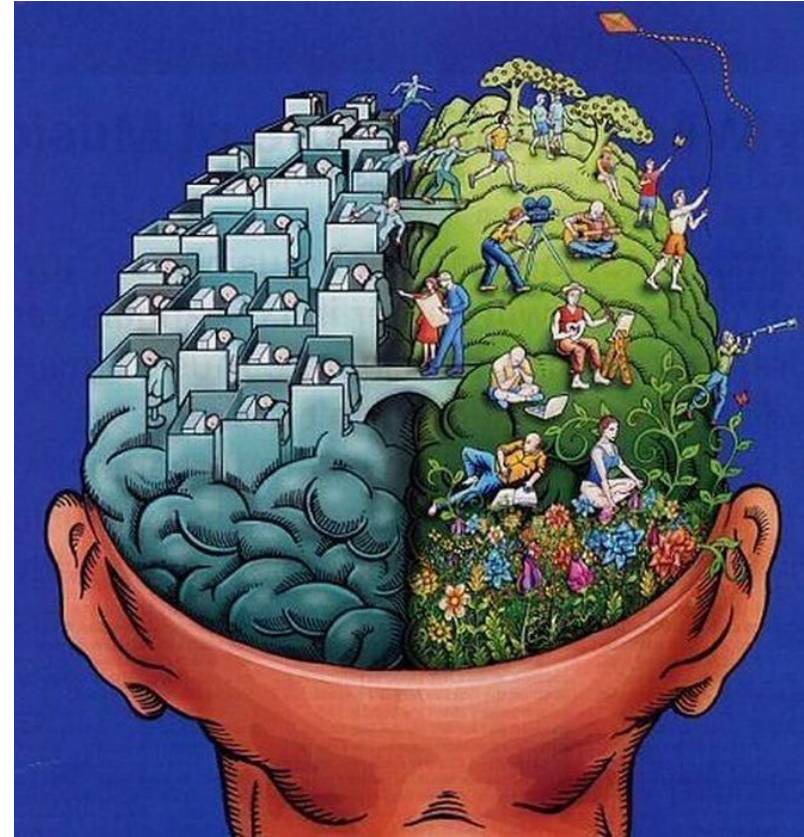


Mesterséges Intelligencia MI

Problémamegoldás
kereséssel –
ha sötétben
tapogatózunk

Dobrowiecki Tadeusz
Eredics Péter, és mások

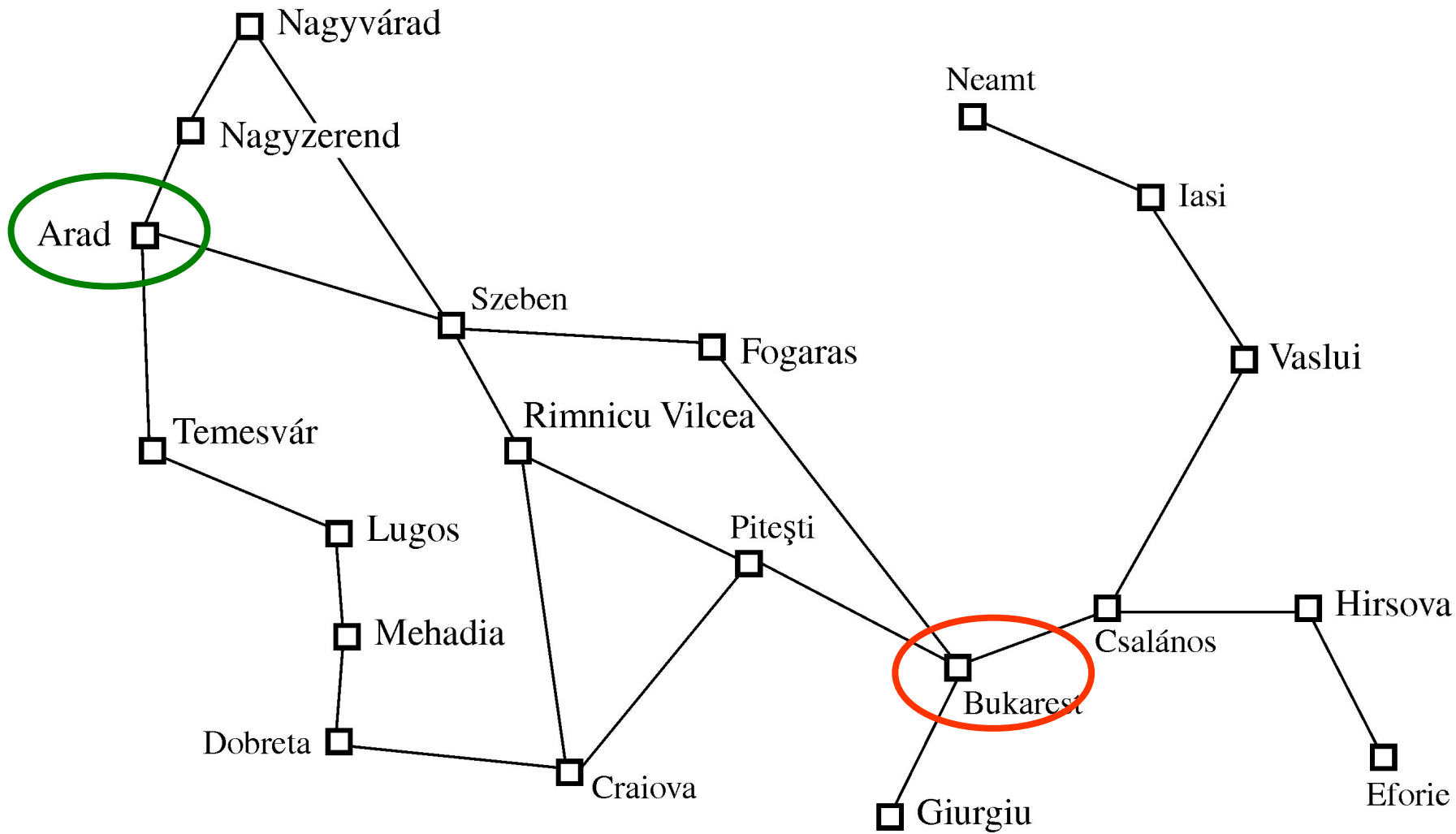


BME I.E. 437, 463-28-99

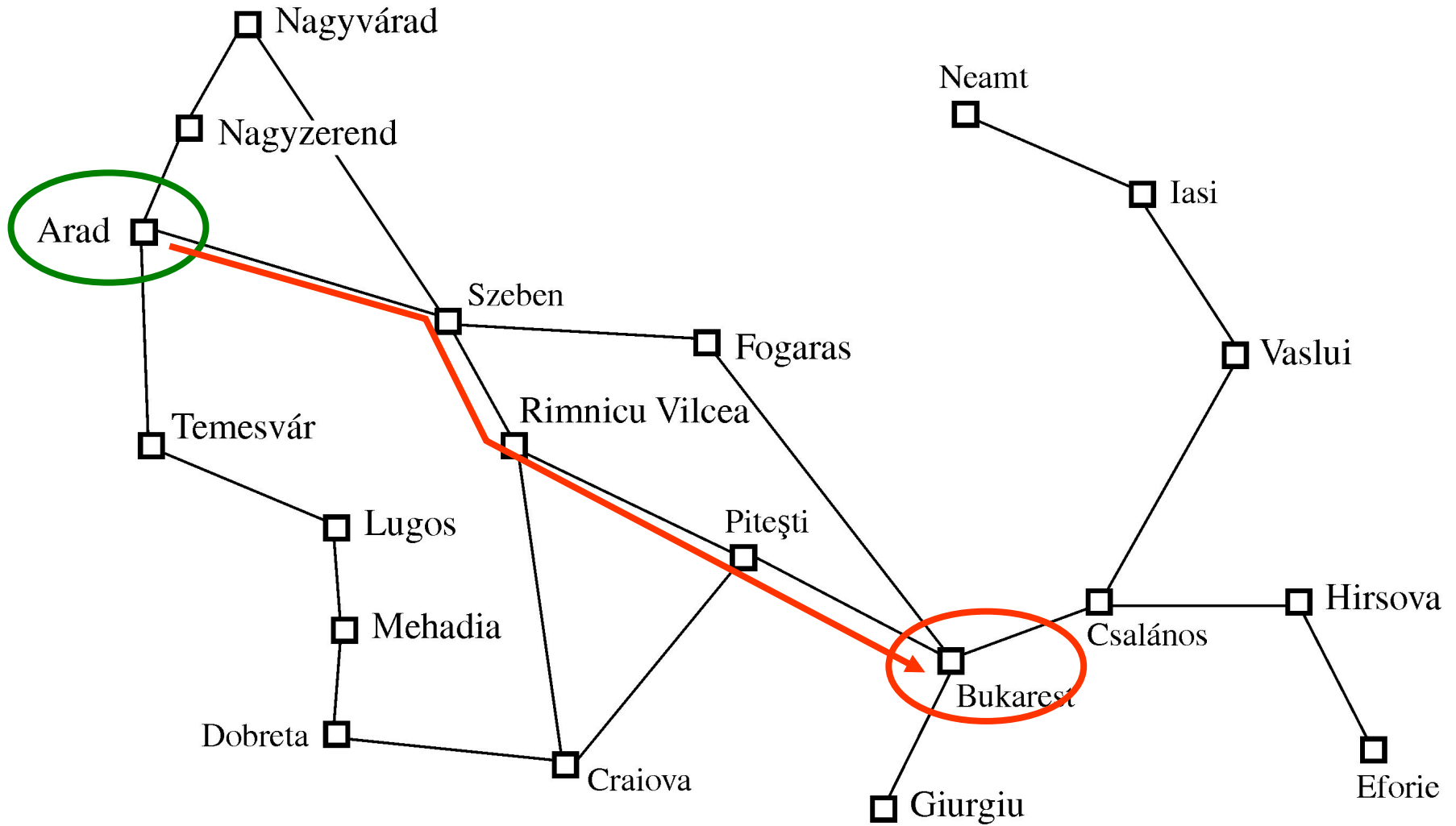
dobrowiecki@mit.bme.hu,

<http://www.mit.bme.hu/general/staff/tade>

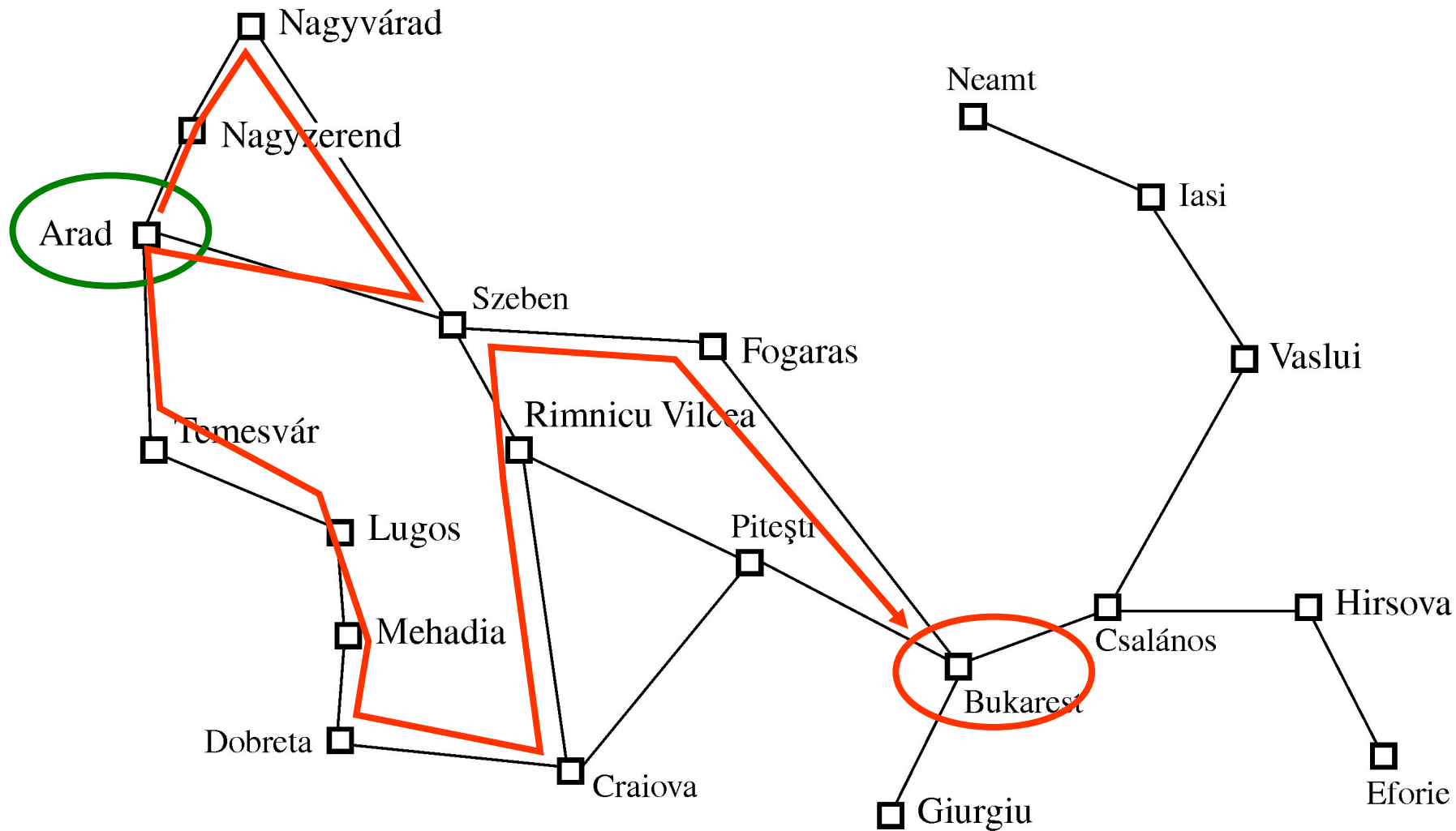
Legyen pl. az a probléma, hogy ...



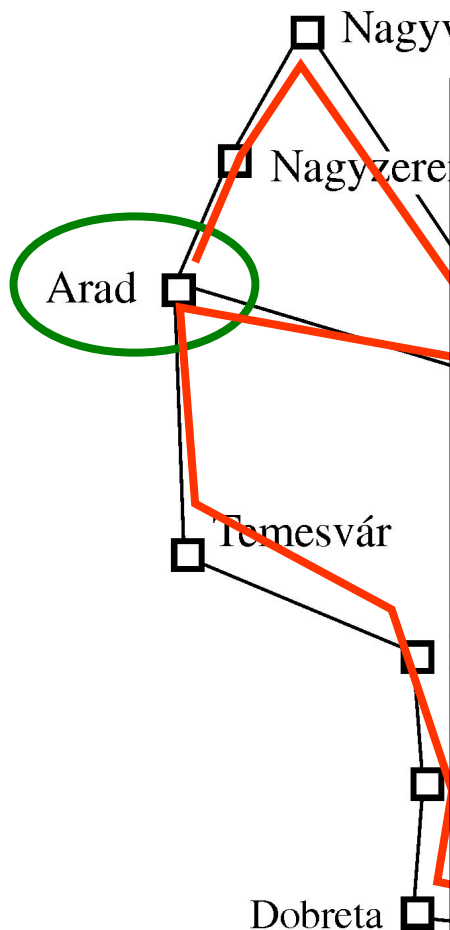
Milyen utat találunk meg? Így?



Milyen utat találunk meg? Vagy úgy?



Formalizált probléma



Kezdeti állapot = Arad

Célállapot = Bukarest

Operátorok:

IF (X és (X > Y)) THEN Y

Útköltség = $k \times \text{táv}(X, Y) + \dots$

Célállapot teszt: Y = Célállapot?

Nehézségek becslése: ???

Adatbázis:

(Arad > Nagyzere) $\text{táv}(\text{Arad}, \text{Nagyzere}) = 75$

(Arad > Temesvár) $\text{táv}(\text{Arad}, \text{Temesvár}) = 118$

...

...

Hirsova

Eforie

Keresési stratégiák – avagy miből gazdálkodhatunk?

mire vagyunk képesek? (saját modell)

milyen körülöttünk a környezet? (cél-, távolsági modellek)

Nem informált keresések (un. **gyenge**, vagy **vak** keresések)

tudjuk: hogy néz ki a célállapot

esetleg: mibe kerül cselekedni

egyáltalán nem: milyen költségű az aktuálisból a célállapotba vezető út

Informált keresések = heurisztikus keresések

tudjuk: hogy néz ki a célállapot

tudjuk: milyen költségű lehet az aktuális állapotból a célállapotba vezető út

esetleg: mibe kerül cselekedni

... útkereső probléma: Aradból kiindulva 3 cselekvés 3 állapotba vezet:

Szebenbe, Temesvárra és Nagyzerendre ...

nem informált keresés: nincs különbség, merre ...

informált, okosabb ágens: Szeben a célállapot irányában fekszik ...

A vak keresési stratégiákat a **csomópontok kifejtési sorrendje különbözteti meg**. Ez a különbség óriási jelentőséggel bírhat.

Mélységi keresés ([Ro-Melysegi-K.pdf](#))

rohanás előre, egy ág mentén, de a visszalépés lehetőségével

Szélességi keresés ([Ro-SzelessegiK.pdf](#))

szisztematikus feltárás széles fronton, a visszalépésre nincs szükség (nincs mihez)

Mélységkorlátozott keresés ([Ro-MelysegKorlatosK.pdf](#))

az utak maximális mélységére egy vágási korlátot ad.

Románia térképe: 20 város. Ha létezik egy megoldás, az maximálisan 19 lépés hosszú lehet.

Minden város bármelyik városból legfeljebb 9 lépésben elérhető:

az állapottér **átmérője** = jobb mélységkorlát.

A mélységi levágásnál a keresés visszalép. A megoldás, amennyiben létezik és a mélységkorlátnál sekélyebben fekszik, garantáltan megtaláljuk.

De semmi garancia nincs arra, hogy a legrövidebb megoldást találjuk meg.

Amennyiben túl kis mélységkorlátot választunk, akkor a mélységkorlátozott keresés még csak teljes sem lesz.

Iteratívan mélyülő keresés [\(Ro-IterativMelyulo-K.pdf\)](#)

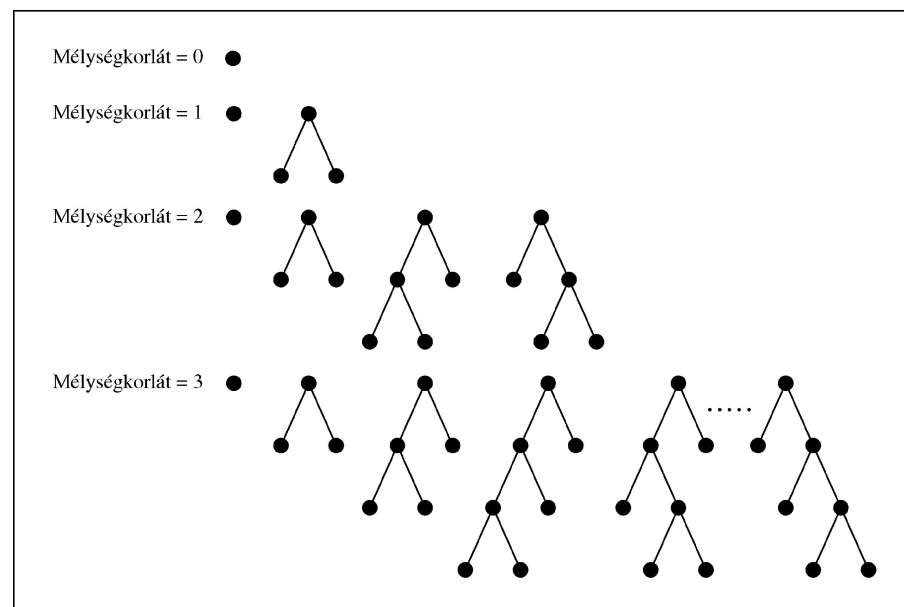
Slate és Atkin (1977): CHESS 4.5 sakkprogram.

- mélységkorlátozott keresés - egy jó mélységkorlát megválasztása?

A legtöbb esetben azonban mindaddig nem tudunk jó mélységkorlátot adni, amíg meg nem oldottuk a problémát.

A legjobb mélységkorlát kiválasztása:

- kipróbálja az összes lehetséges mélységkorlátot: először 0, majd 1, majd 2, stb.
- mélységkorláttal végez mélységkorlátozott keresést.



Iteratívan mélyülő keresés gyakorlatilag ötvözi a szélességi és mélységi keresés előnyös tulajdonságait

A szélességi kereséshez hasonlóan **optimális** és **teljes**, de csak a mélységi keresés **szerény** memória igényével rendelkezik.

De bizonyos állapotokat az algoritmus többször is kifejti!

Tékozló? - egy exponenciális keresési fában majdnem az összes csomópont a legmélyebb szinten található

d mélység, b elágazási tényező: szélességi keresésnél a kifejtések száma:

$$1 + b + b^2 + \dots + b^{d-2} + b^{d-1} + b^d$$

pl. $b = 10$ és $d = 5$ esetén ez a szám: $1 + 10 + 100 + \dots + 100000 = 111111$

az iteratívan mélyülő keresésnél a kifejtések teljes száma:

$$(d+1)1 + (d)b + (d-1)b^2 + \dots + 3b^{d-2} + 2b^{d-1} + 1b^d$$

$b = 10$ és $d = 5$ esetén: $6 + 50 + 400 + \dots + 100000 = 123456$

minél nagyobb az elágazási tényező, annál kisebb a többletmunka
(max. $b = 2$, 200%)

Kétirányú keresés (Ro-Ketiranyu-K.pdf)

- egyszerre előre felé a kiinduló állapotból, illetve hátrafelé a cél állapotból
- a keresés akkor fejeződik be, ha a két keresés valahol találkozik

$$O(2 \times b^{d/2}) = O(b^{d/2})$$

$b = 10, d = 6:$

a szélességi keresés = 1111111 csomópont,

a kétirányú keresés mindkét irányban 3 mélységnél ér célba = 2222 csomópontot generál.

Elméletben nagyon jól, az implementálás nem triviális.

- cél állapotból hátrafelé keresni? Az n csomópont **előd csomópontjai** azon csomópontok, amelyek követő csomópontja n .

A hátrafelé keresés a cél csomópontból indulva az előd csomópontok egymást követő generálását jelenti.

Ha az összes operátor reverzibilis, akkor az előd és követő halmazok azonosak. Néhány probléma esetén azonban az elődök meghatározása nagyon nehéz.

Mi van, ha nagyon sok cél állapot létezik?

a cél állapotok egy **explicit** listája

a cél állapotok egy **leírása**

A sakkban mik a sakk-matt célállapotot megelőző állapotai?

Hatékony módszer arra, hogy: egy frissen generált csomópont megjelenik-e már a másik fél keresési fájában.

El kell tudni dönteni, hogy az egyes félrészekben milyen keresésre fog sor kerülni.

- $O(b^{d/2})$ komplexitás feltételezi, hogy a két hullámfront metszésének megállapítása konstans idő alatt elvégezhető(?)

- Hogy a két keresés találkozzon, legalább az egyik keresés összes csomópontját memóriában kell tartani = tár $O(b^{d/2})$.

Egyenletes költségű keresés (Dijkstra)

(Ro-EgyenletesKoltsegu-DK.pdf)

szélességi keresés módosítása:

a hullámfront $g(n)$ útköltség függvényével mért legkisebb költségű csomópontját fejt ki először, nem pedig a legkisebb mélységű csomópontot.

szélességi keresés is egyenletes költségű keresés, amelyben:

$$g(n) = \text{Mélység}(n),$$

vagyis a csomópont mélysége.

Az egyenletes költségű keresés a legolcsóbb megoldást találja meg, feltéve ha:

az út költség egy út bejárása során nem csökkenhet:

$$g(\text{Követő}(n)) \geq g(n)$$

minden egyes n csomópontra.

A neminformált keresési stratégiák összehasonlítása

b - elágazási tényező, d - a megoldás mélysége, m - a keresési fa maximális mélysége, l - a mélység korlát.

Krit.	SzK	EgyKK	MK	MKK	IMK	KK
Idő igény	b^d	b^d	b^m	b^l	b^d	$b^{d/2}$
Tár igény	b^d	b^d	bm	bl	bd	$b^{d/2}$
Opt.?	Igen	Igen	Nem	Nem	Igen	Igen
Teljes ?	Igen	Igen	Nem	Igen, ha $l \geq d$	Igen	Igen

A neminformált keresési stratégiák összehasonlítása

b - elágazási tényező, d - a megoldás mélysége, m - a keresési fa maximális mélysége, l - a mélység korlát.

Krit.	SzK	EgyKK	MK	MKK	IMK	KK
Idő igény	b^d	b^d	b^m	b^l	b^d	$b^{d/2}$
Tár igény	b^d	b^d	bm	bl	bd	$b^{d/2}$
Opt.?	Igen	Igen	Nem	Nem	Igen	Igen
Teljes ?	Igen	Igen	Nem	Igen, ha $l \geq d$	Igen	Igen