

BeeSmart 2013 - Első forduló - Komplex útvonal optimalizálás mobil eszközzel

Rövid összefoglaló

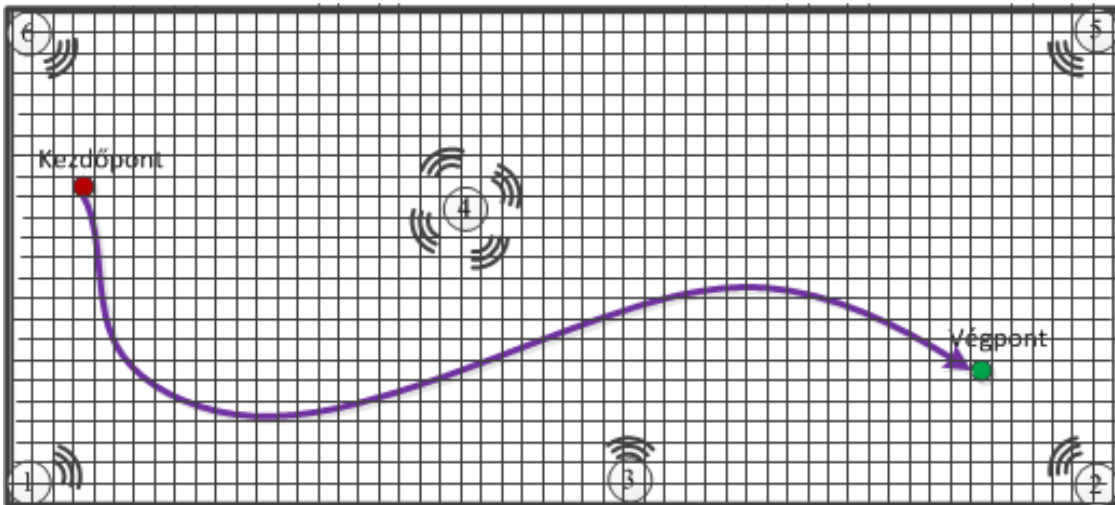
A feladat során olyan alkalmazást kell elkészíteni, amely egy adott térben navigálja a felhasználót. A navigáció során olyan útvonalat javasol a program a felhasználónak, amely több szempontot figyelembe véve optimális.

Kerettörténet

Egy nemzetközi csillagászati konferencia helyszínét a Magyar Telekom által felszerelt WiFi vezeték nélküli access point-okkal szerelték fel. John Kovac PhD. csillagász tartja az első előadást, ahol több nagyfelbontású képet szeretne megmutatni a közönségnek, amelyeket Chandra, a Hubble és a Spitzer űrteleszkópok készítettek. A képeket azonban otthon felejtette, ezért amíg a helyéről a pódiumig eljut, a lehető legtöbb képet kellene letöltenie mobil készülékére a helyszínen biztosított ingyenes WiFi segítségével. Ugyanakkor amint John kiér az AP-k hatósugarából a mobil készüléke átvált a saját mobilinternet hozzáférésére, ami viszont roaming üzemmódban van, tehát minden letöltött 10 kbyte után jelentős költsége keletkezik. Természetesen ezt szeretné elkerülni. Szükséges tehát egy olyan útvonal, amelyet bejárva hamar a pódiumhoz ér, ugyanakkor nem szégyenül meg azzal, hogy a legszebb képeket nem tudja bemutatni az Androméda galaxisról, továbbá mindez neki nem kerül csillagászati összegbe.

Fizikai környezet

Adott egy tér (a konferenciaterem), amelyben egy helyileg telepített WLAN hálózat található, akkumulátorról működő WiFi hozzáférési pontokból (AP) létrehozva. Minden egyes AP csak véges rádiós távolságból érhető el, és a távolság monoton csökkenő függvényében változik az adott AP-ról elérhető maximális letöltési sebesség. Mivel az AP-k telepről üzemelnek, amely telepek kapocsfeszültsége az idő függvényében monoton csökken, a maximális adóteljesítményük is csökken az idő előrehaladtával. A teremben kijelölünk két pontot, amelyek az útvonal kezdő és végpontját jelentik. A következő ábrán látható ez az elrendezés.



A felhasználó végig sétál a meghatározott útvonalon, egy WiFi-val és Mobilinternettel is ellátott okostelefonnal a kezében.

Modell

A fizikai környezetben leírt teret 2D modellel reprezentáljuk, amely diszkrét rácstra osztott (ld. fenti ábra), ahol elhelyeztük az AP_i , $i = 1, 2, \dots, N$ hozzáférési pontokat (a feladatban értéke $5 \leq N \leq 10$). Az idő is diszkrétizált (1s lépésben), és minden időlépésben csak a szomszédos rácspontba lépés megengedett (közbülső cella esetén 8 irány), ahol az okostelefon a legnagyobb P_{RX} vételi teljesítménnyel látható AP-val kommunikál (és itt letölt adatot 1s alatt). Az egyes AP_i hozzáférési pontokhoz tartozó vételi teljesítmény meghatározása a következő szakaszcsillapítási modell alapján történik:

$$P_{RX,i}(d, t) = P_{TX,i}(t) \cdot d_i^{-\gamma_i},$$

ahol γ_i a szakaszcsillapítási exponens (a feladatban értéke $5 \leq \gamma_i \leq 7$), és $d_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2}$ az AP_i és az aktuális rácspont távolsága, valamint $P_{TX,i}(t)$ az adóteljesítmény, ami az alábbi függvény szerint változik az idővel:

$$P_{TX,i}(t) = \frac{\lg(L_i - t + 1)}{\lg(L_i + 1)} \cdot P_{TX,i0},$$

ahol L_i a telep kezdeti energiáját, élettartamát (lifetime) jellemző paraméter (a feladatban értéke $100 \leq L_i \leq 500$) és $P_{TX,i0}$ a kezdeti adóteljesítmény (a feladatban értéke $1mW \leq P_{TX,i0} \leq 10mW$).

Rendelkezésre álló információk

A feladat input paraméterei: rácshálózat mérete, AP_i hozzáférési pontok koordinátái a rácson, a kezdő- és végpont

koordinátái, valamint az egyes AP_i hozzáférési pontokhoz tartozó γ_i , L_i és $P_{TX,i0}$ paraméter értékek. Ezeket a paramétereket az alkalmazás az inicializálás során szabadon letöltheti (tehát az ezen paraméterekhez a hozzáférés még a útvonaltervezési feladat előtt adott, nem része az optimalizálandó célfüggvénynek). A letöltésről további részletek a kommunikációs protokoll szakaszban találhatóak.

Feladat

A rendelkezésre álló paramétereket felhasználva a feladat egy olyan útvonal megtervezése, amely a lehető legnagyobb adatmennyiséget biztosítja a felhasználónak, emellett a lehető legrövidebb idő alatt eljuttatja őt a végpontba (lásd a célfüggvényt később). A megtervezett utat kell a szervernek visszaküldeni.

A $P_{RX,i}$ vételi teljesítmény és az M adatátviteli sebesség közötti kapcsolatot az alábbi táblázat adja meg:

$P_{RX,i}$ [dBm]		> - 63.99	> - 60.99	> - 58.99	> - 55.99	> - 52.99	> - 48.99	> - 45.99	> - 42.99	> - 39.99
	< - 64	< - 61	< - 59	< - 56	< - 53	< - 49	< - 46	< - 43	< - 40	
M [Mbps]	0	0.5	1	6	9	18	24	36	48	54

A mobilinternet roaming adatsebessége a teljes területen 1,5 Mbps.

Az optimalizálandó célfüggvény, a futási sebesség, ill. a versenypontszám számításának módja

Egy adott x,y rácsponban tartózkodás ideje alatt pont jár az aktuális $M(x,y,t)$ letöltési sebesség mértékével arányosan. Mivel adatok letöltésével folyamatosan próbálkozunk, ha olyan helyen tartózkodik a felhasználó, ahol nem áll rendelkezésre az ingyenes WiFi (csak mobilinternet roaming), akkor pontlevonás jár, mivel a mobilnet költséges. A teljes út megtételéhez felhasznált idővel fordított arányban jár pont a megoldásért, ezzel büntetve a hosszú sétákat. Ezek alapján a megoldás célfüggvénye az alábbiak szerint adott:

$$\Psi = K_1 \cdot \left(\frac{d(Start, End)}{T} \cdot \sum_{t=1}^T M(x, y, t) \right) - K_2 \cdot \left(\sum_{t=1}^T R(x, y, t) \cdot M(x, y, t) \right)$$

ahol a $d(Start, End)$ a kezdő és végpont közötti távolság, T az út megtételéhez felhasznált teljes idő, $M(x,y,t)$ az x,y rácsponban elért adatátviteli sebesség, $R(x,y,t)$ a roaming használat, melynek értéke 1, ha az x,y rácsponban történt mobilinternet használat, egyébként értéke 0, valamint K_1 és K_2 a súlyozási paraméterek (értékük $K_1=1$ és $K_2=3$).

Az útvonalat számító mobil alkalmazás τ futási idejét is mérjük. A j -edik csapat **versenypontszáma valid megoldás esetén** az útvonaltervező célfüggvénybeli Ψ_j teljesítőképessége és az alkalmazás τ_j futási ideje alapján az alábbiak szerint kerül kiszámításra:

$$\left(\frac{\Psi_j}{\Psi_{max}} + \frac{\tau_{min}}{\tau_j} \right) \cdot \frac{\Psi_j}{2},$$

ahol a $\Psi_{max} = \max_j \Psi_j$ az összes valid megoldás közül a legnagyobb célfüggvényértéket eredményező, ill. a $\tau_{min} = \min_j \tau_j$ az összes valid megoldást adó megoldás közül a legkisebb futásidőt jelenti. A kiértékelésre minden megoldás esetén teljesen azonos feltételek mellett kerül sor (automatikus fekete doboz teszt).

A mobil alkalmazás további kritériumai

Az alkalmazás legyen felhasználóbarát, tehát feleljen meg a kitűzött célnak (ld. a feladatkiírás első fele), navigálja a felhasználót! Ez alapfeltétel, amelyet ha nem teljesít az alkalmazás, akkor nem adható versenypontszám. (Ennek ellenőrzése csak az előforduló zárását követően, az utolsó feltöltött alkalmazáson történik meg). Az alkalmazás indítását követően azonnal meg kell kezdenie a működést, letöltve az inputot a <http://contest.beesmarter.org/bs13ec/input.php> helyről. (Tehát ne várjon GUI interakcióra.) A megoldást a következő konvencióknak megfelelően kell implementálni:

1. Androidon BS13Solution.java néven org.beesmarter.submit csomagban elhelyezve szerepeljen, valamint
2. a beesmarter.org honlapon bejelentkezve letölthető a BS13TestInterface.java interface-t valósítsa meg.
3. Az iOS megoldást BS13SolutionModell.h és BS13SolutionModell.m nevű fájlokban várjuk, a honlapról bejelentkezés után letölthető BS13TestProtocol.h megvalósításával.
4. Az iOS megoldás tartalmazzon Unit Testeket (nem kötelező a tesztek használni)
5. Fontos! A git repositoryra a teljes megoldást kell pusholni.

Az alkalmazandó kommunikációs protokoll

Az input információkat az alábbi JSON formátumban átadott karaktersor tartalmazza, mely a <http://contest.beesmarter.org/bs13ec/input.php> címen elérhető.

<pre>{ "dataID" : xxx, "roomwidth" : 100, "roomlength" : 100, "start" : { "x" : 1, "y" : 1 }, "end" : { "x" : 100, "y" : 100 }, "aps" : [{ "location" : { "x" : 1, "y" : 1 }, "name" : "First AP", "lifetime" : 500, "gamma" : 5.0, "P_TX0" : 2 }, ... { "location" : { "x" : 1, "y" : 1 }, "name" : "Last AP", "lifetime" : 250, "gamma" : 6.2, "P_TX0" : 3 }] }</pre>	<p>Az id, amit vissza kell adni</p> <p>Szoba méretei $50 \leq \text{roomside} \leq 150$</p> <p>(A balfelső sarok a 0,0 koordináta, a jobbsó a roomwidth, roomlength)</p> <p>Kezdőpont</p> <p>Végpont</p> <p>AP-k adatai</p> <p>Egy AP neve és koordinátái</p> <p>Hátralevő telepkapacitás, ezután az AP kikapcsol</p> <p>Gamma szakaszcsillapítási exponens a jelerősség számításához</p> <p>A kezdeti adóteljestmény</p>
---	--

Az output a következő JSON formátum.

A kimenetnek tartalmaznia kell a kezdőpontot és a végpontot is.

<pre>{ "dataID" : xxx, "timestamp" : 0, "steps": [{ "x" : 1,</pre>	<p>Kapott azonosító</p> <p>Időbélyeg, ez tetszőleges érték</p> <p>Az egyes lépések felsorolása</p>
---	--

<pre> "y" : 1 }, ... { "x" : 100, "y" : 100 }]</pre>	
---	--

Fontos: a lépések során csakis szomszédos cellákba szabad átlépni, az ugrás érvénytelen lépés, és nem valid megoldást eredményez.