

## Programovacia úloha č. 6

(10b)

**Téma:** Po častiach kubický uniformný Bézierov spline

**Termín:** 8. 5. – 31. 5. 2020

**Cieľ:** Cieľom šiestej programovacej úlohy je napísať program vykresľujúci po častiach kubický uniformný bodovo spojitý Bézierov spline. Je taktiež potrebné navrhnúť a implementovať používateľské rozhranie na zadávanie riadiacich vrcholov, umožňujúce ich následnú interaktívnu modifikáciu.

**Odovzdanie:** Na [martina.batorova@sccg.sk](mailto:martina.batorova@sccg.sk) je nutné zaslať archív so zdrojovými súborami a (podľa pokynov nižšie skompilovaným) spustiteľným súborom.

**Zadanie:** Implementujte aplikáciu vykresľujúcu po častiach kubický uniformný  $C^1$ -spojitý Bézierov spline  $\mathbf{b}^3$ .

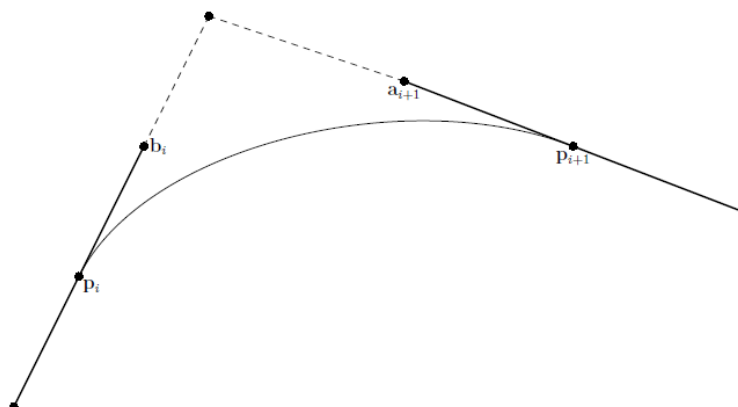
Používateľ zadá postupnosť bodov  $\mathbf{p}_0, \dots, \mathbf{p}_n$  a počet požadovaných vzoriek  $s$  na segment (segment je časť krivky medzi susednou dvojicou bodov  $\mathbf{p}_i, \mathbf{p}_{i+1}$ ). Pre každý bod  $\mathbf{p}_i$  sa automaticky vytvorí dvojica pomocných bodov  $\mathbf{a}_i, \mathbf{b}_i$ , pre ktoré platí, že  $\mathbf{p}_i = 1/2 \cdot (\mathbf{a}_i + \mathbf{b}_i)$ , čiže bod  $\mathbf{p}_i$  leží v strede úsečky  $\overline{\mathbf{a}_i\mathbf{b}_i}$ .

Splajn sa vykresľuje po segmentoch, ktoré vždy spájajú dva susedné body  $\mathbf{p}_i, \mathbf{p}_{i+1}$ . Tento segment je vykreslený pomocou kubickej Bézierovej krivky, ktorej riadiace vrcholy sú  $(\mathbf{p}_i, \mathbf{b}_i, \mathbf{a}_{i+1}, \mathbf{p}_{i+1})$ . Na každom segmente vykresľujte Bézierovu krivku vzorkovanú rovnako, a to podľa používateľom zadaného parametra  $s$ . Pomocné body  $\mathbf{a}_i, \mathbf{b}_i$  spojte úsečkou, riadiacu lomenú čiaru nevykresľujte.

Pri posúvaní riadiacich vrcholov treba dodržať nasledovné:

- Pomocné body  $\mathbf{a}_i$  a  $\mathbf{b}_i$  sú viazané na interpolovaný bod  $\mathbf{p}_i$ , teda pri presune bodu  $\mathbf{p}_i$  je potrebné presúvať aj príslušné pomocné body.
- Pri zmene pozície bodu  $\mathbf{a}_i$  (resp.  $\mathbf{b}_i$ ) je potrebné dohliadnuť na to, aby neustále platilo, že interpolovaný bod  $\mathbf{p}_i$  je stredom úsečky  $\overline{\mathbf{a}_i\mathbf{b}_i}$ , čiže súčasne s bodom  $\mathbf{a}_i$  (resp.  $\mathbf{b}_i$ ) sa hýbe aj druhým pomocným bodom  $\mathbf{b}_i$  (resp.  $\mathbf{a}_i$ ) ale bod  $\mathbf{p}_i$  ostáva na mieste.

Používateľ zadáva len interpolované body, pomocné body sa vytvárajú automaticky. V prípade zadania prvého bodu ( $\mathbf{p}_0$ ) sa čaká s vytvorením pomocných bodov až na zadanie ďalšieho interpolovaného bodu ( $\mathbf{p}_1$ ). Pomocné body



Obr. 1: Inicializácia pomocných vrcholov

sa potom vytvárajú tak, aby platilo, že  $\mathbf{p}_i + 2 \cdot (\mathbf{b}_i - \mathbf{p}_i)$  a  $\mathbf{p}_{i+1} + 2 \cdot (\mathbf{a}_{i+1} - \mathbf{p}_{i+1})$  je ten istý bod (pozri obr. 1). V prípade prvej dvojice interpolovaných bodov môžete položiť všetky body (aj pomocné) kolineárne.

Výsledný splajn je  $C_1$ -spojitý. Keďže pozostáva z Bézierových segmentov, vnútri segmentov je nekonečne-krát diferencovateľný. Problém s diferencovateľnosťou môže teda nastať len v interpolovaných bodoch, kde sa stretávajú dve Bézierove krivky. Podmienky kladené na pomocné vrcholy nám však zaručujú, že v danom interpolovanom bode je možné krivku (aspoň) raz derivovať.

**VÝSTUP:** Okrem GUI i časť kódu, ktorá implementuje splajn a jeho vykresľovanie. V kóde musí byť táto časť jasne identifikovateľná a musí byť autorská, čiže vytvorená explicitne pre účely hodnotenia tejto úlohy. Nie je prípustné iba použiť resp. integrovať externé knižnice!

**Všeobecné požiadavky:** Program musí byť naprogramovaný v C# a vývojom prostredí Visual studio Community 2015 (príp. 2013 alebo 2017).

Program musí byť spustiteľný na čistom stroji (knižnice štandardne nedodávané s operačným systémom je potrebné priložiť k posielanému archívu).

Je nutné odovzdať všetky zdrojové súbory. Kód musí byť prehľadne a dostatočne jasne komentovaný a formátovaný tak, aby sa dala úloha jednoducho skontrolovať.

Samotné riešenie a prípadné neintuitívne ovládanie je potrebné opísať v GUI resp. v `readme.txt`.