3D-s számítógépes geometria és alakzatrekonstrukció

Görbék módosítása

http://cg.iit.bme.hu/portal/node/312

https://portal.vik.bme.hu/kepzes/targyak/VIIIMA01

Dr. Várady Tamás, Dr. Salvi Péter
BME, Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Irányítástechnika és Informatika Tanszék

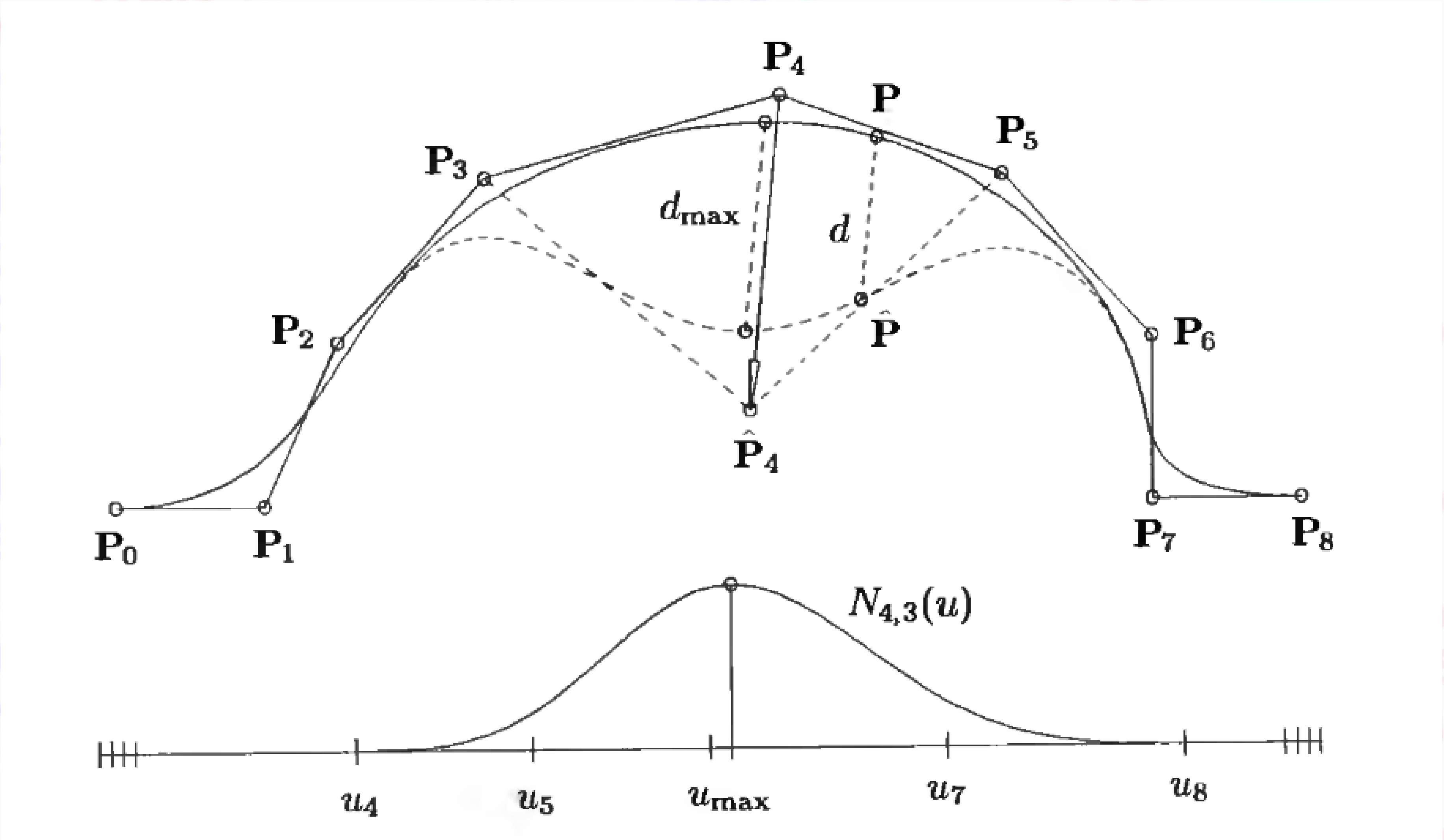
Áttekintés

- Görbepont elmozgatása
  - implicit vs. explicit módszerek
- Warping
  - Sok kontrollpontos mozgatás
- Lapítás
  - Egyeneshez simítás
- Módosítások kényszerekkel
  - Adott deriváltak módosítása
- [Irodalom: Piegl, Tiller: The NURBS Book]

Közvetlen módosítás

- Cél: egy $\mathbf{P} = \mathbf{C}(\bar{u})$ pont mozgatása, $\bar{u} \in [u_k, u_{k+p+1})$ d távolságra V irányban
- Elég elmozgatni a $\mathbf{P}_k$ kontrollpontot
- Új pozíció: $\hat{\mathbf{P}}_k = \mathbf{P}_k + \alpha \mathbf{V}$
- Mivel $|\hat{\mathbf{P}} - \mathbf{P}| = d = \alpha |\mathbf{V}| R_{k,p}(\bar{u})$, ezért $\alpha = \dfrac{d}{|\mathbf{V}| R_{k,p}(\bar{u})}$
- Két módszer
  - Implicit: kontrollpont mozgatás
    - Pro: egyszerűbb megvalósítani
    - Con: a designert nem érdekli a reprezentáció
  - Explicit: görbepont mozgatás
    - Pro/Con: elrejti a reprezentációt

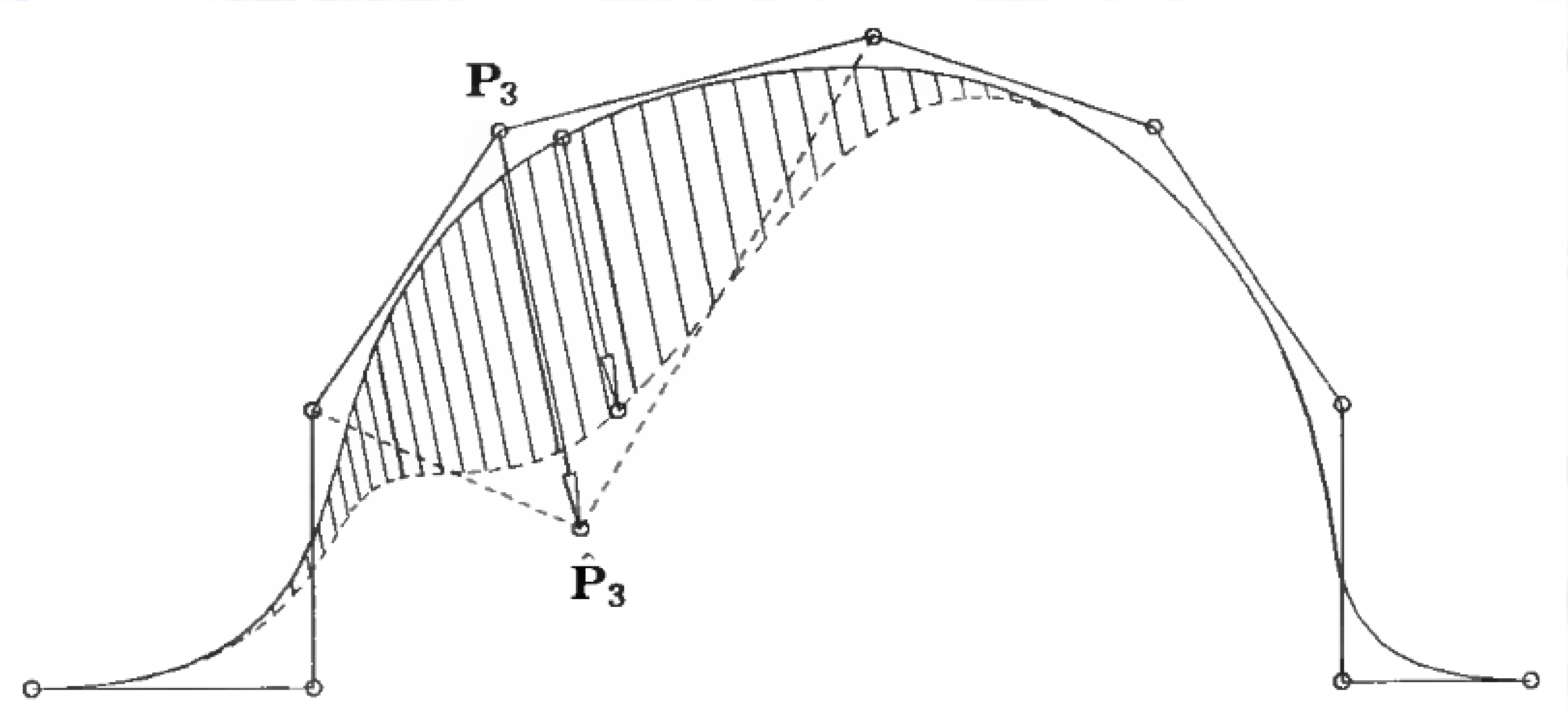
Implicit: kontrollpont mozgatás



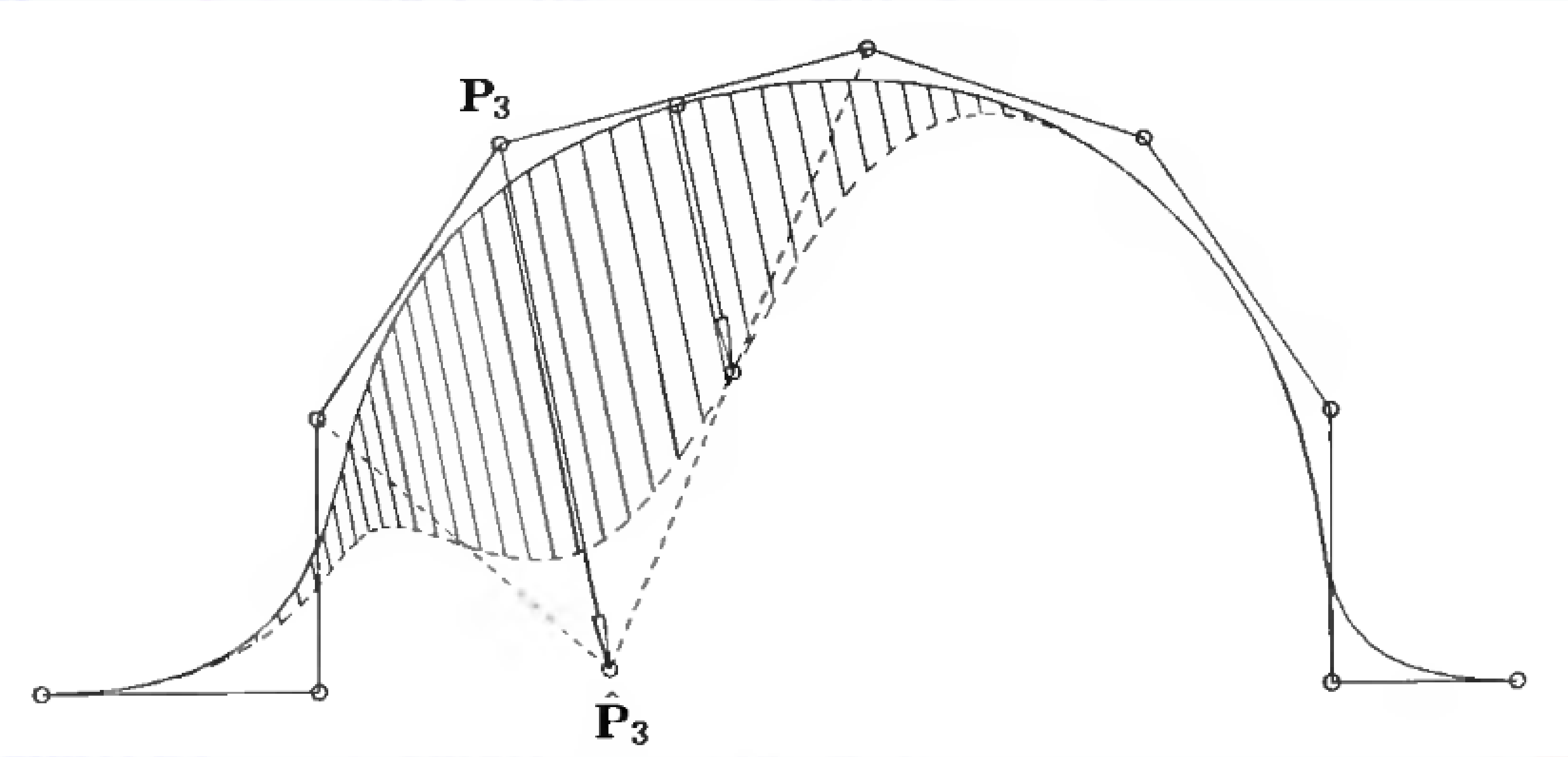
Explicit: görbepont mozgatás

- Mozgatandó kontrollpont kiválasztása
  - automatikusan
  - amelyiknek a legnagyobb a hatása
- Kontrollpont hatásának maximuma
  - Greville-abszcissza: $t_i = \frac{1}{p}\sum_{j=1}^{p} u_{i+j} \qquad i = 0, \ldots, n$
  - legközelebbi: $|\bar{u} - t_k| = \min_i |\bar{u} - t_i|$
- A mozgatás mértéke ugyanúgy számolható
- Jól működik, ha a Greville-abszcissza közel van a mozgatandó görbeponthoz

Legközelebbi kontrollpont mozgatása (jó eset)

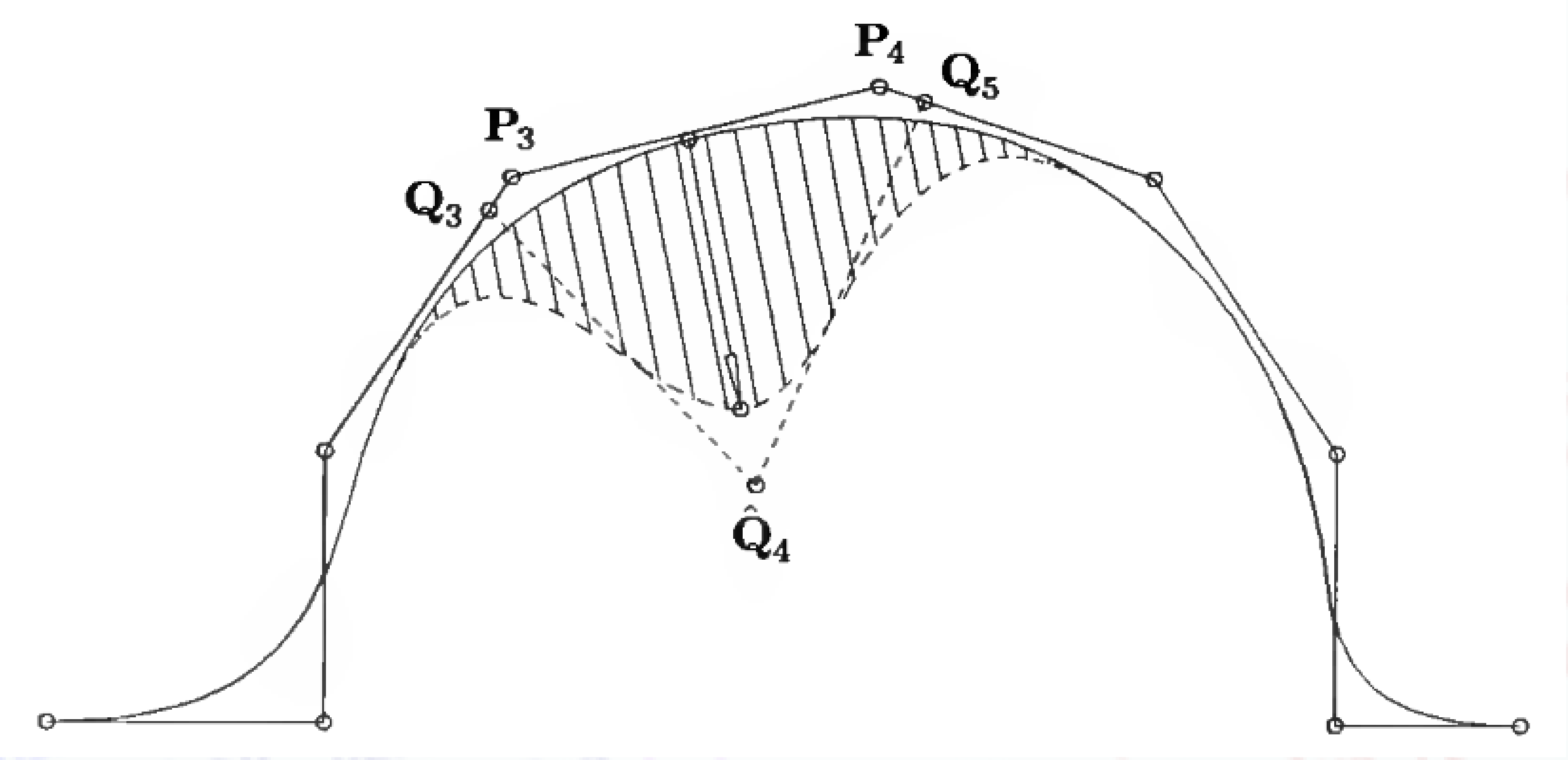


Legközelebbi kontrollpont mozgatása (rossz eset)



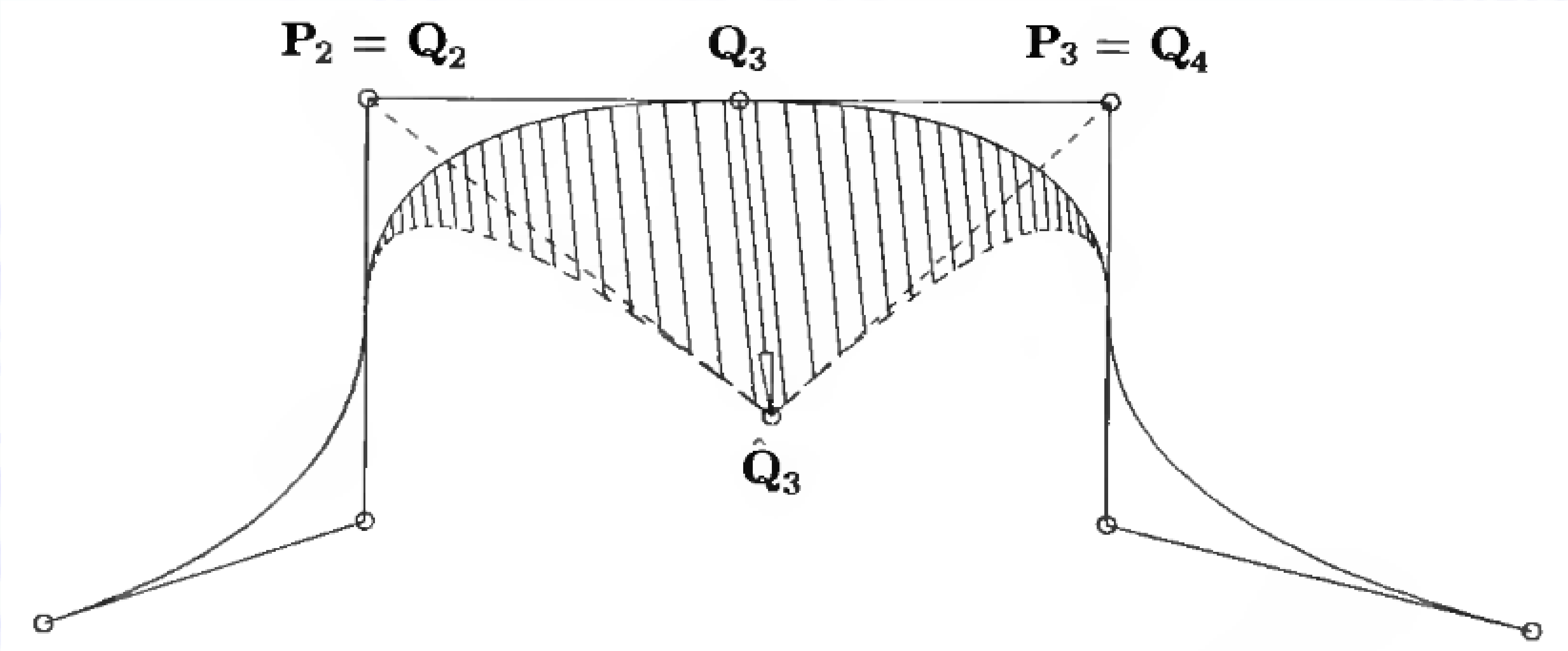
Explicit: görbepont mozgatás

- Megoldási lehetőségek:
  - Új csomó beszúrása
  - Két kontrollpont szimultán mozgatása
- Új csomó beszúrása:



Mozgatás új csomó beszúrásával

- Csak akkor szúrjunk be, ha szükséges
- Különben veszítünk a folytonosságból, pl.:



$U = \{0, 0, 0, 1/4, 1/2, 3/4, 1, 1, 1\}$

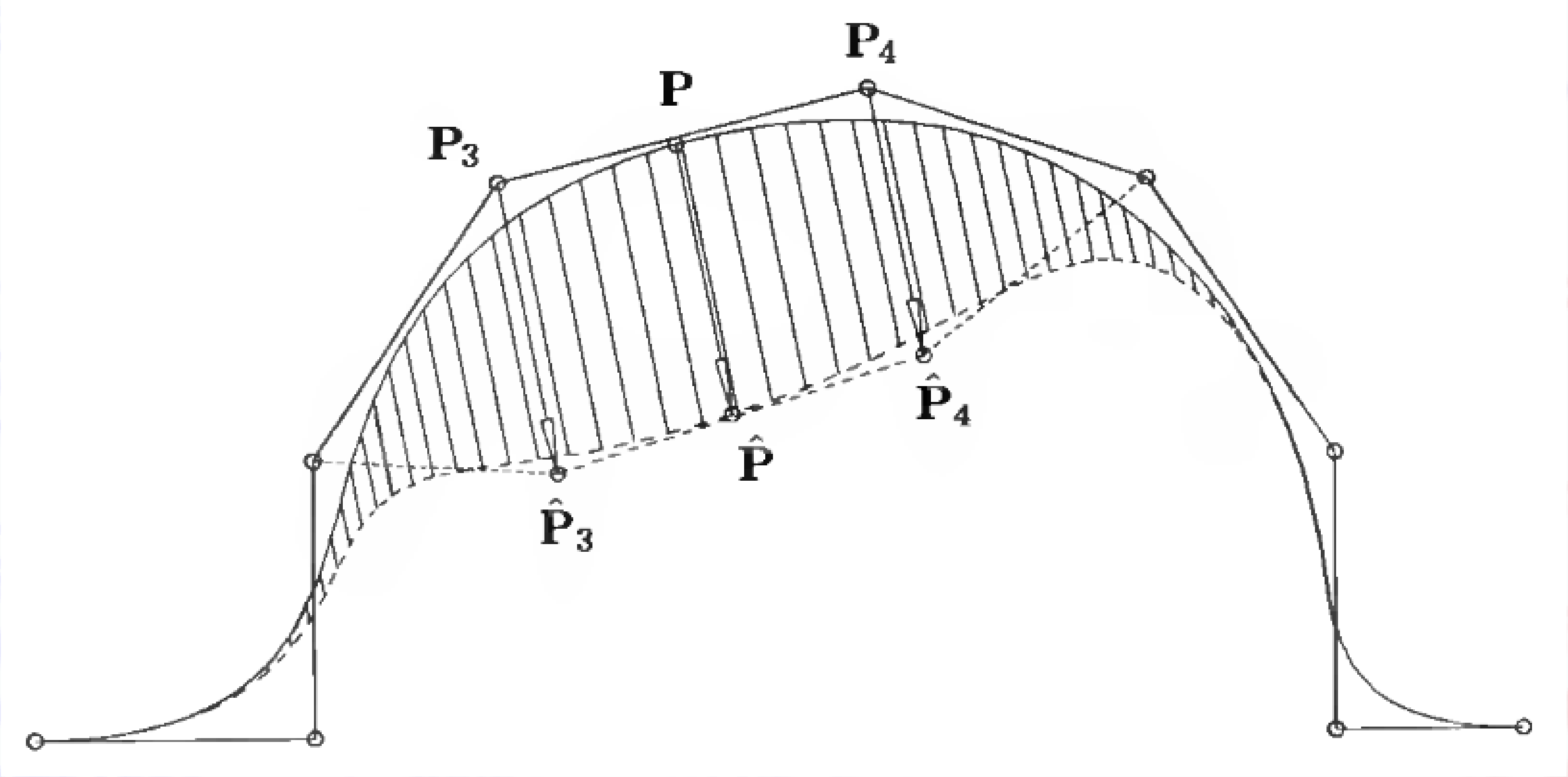
- Probléma:
  - (majdnem) minden mozgatásnál nő a csomók száma

Mozgatás két kontrollponttal

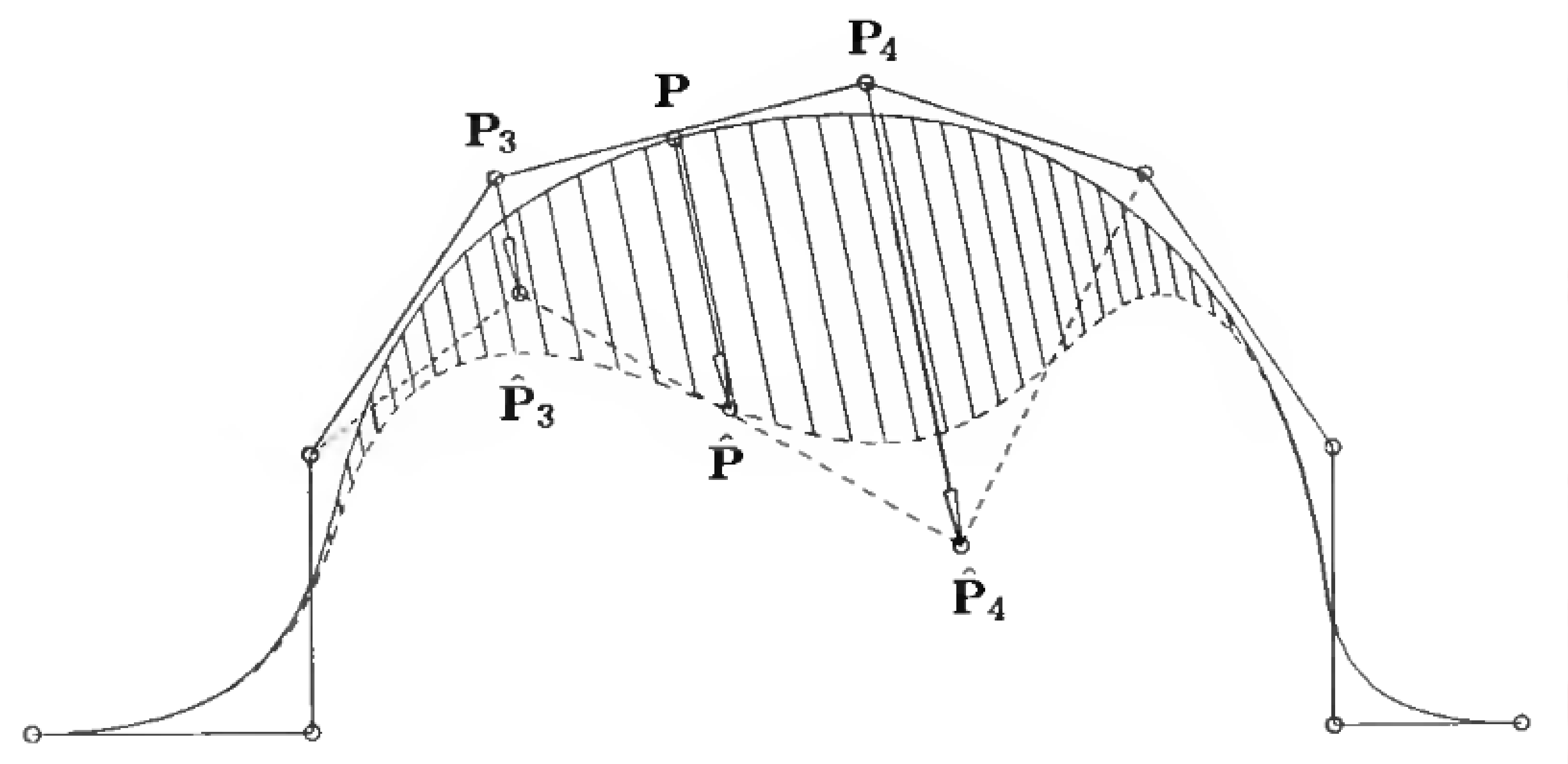
- A kontrollpontok módosítása:
  $\hat{\mathbf{P}}_k = \mathbf{P}_k + (1-\gamma)\alpha\mathbf{V}$ és $\hat{\mathbf{P}}_{k+1} = \mathbf{P}_{k+1} + \gamma\alpha\mathbf{V}$
- $0 \le \gamma \le 1$: a kontribúció mértéke
- Jó alapbeállítás:
  - a Greville-abszcisszák távolsága alapján
  $$\gamma = \frac{\bar{u} - t_k}{t_{k+1} - t_k}$$
- Mivel $|\hat{\mathbf{P}} - \mathbf{P}| = d = |(1-\gamma)\alpha\mathbf{V}R_{k,p}(\bar{u}) + \gamma\alpha\mathbf{V}R_{k+1,p}(\bar{u})|$,

  így $\alpha = \dfrac{d}{|\mathbf{V}|\left[(1-\gamma)R_{k,p}(\bar{u}) + \gamma R_{k+1,p}(\bar{u})\right]}$

Szimultán mozgatás, γ=0.47 (Greville-abszcisszák alapján)



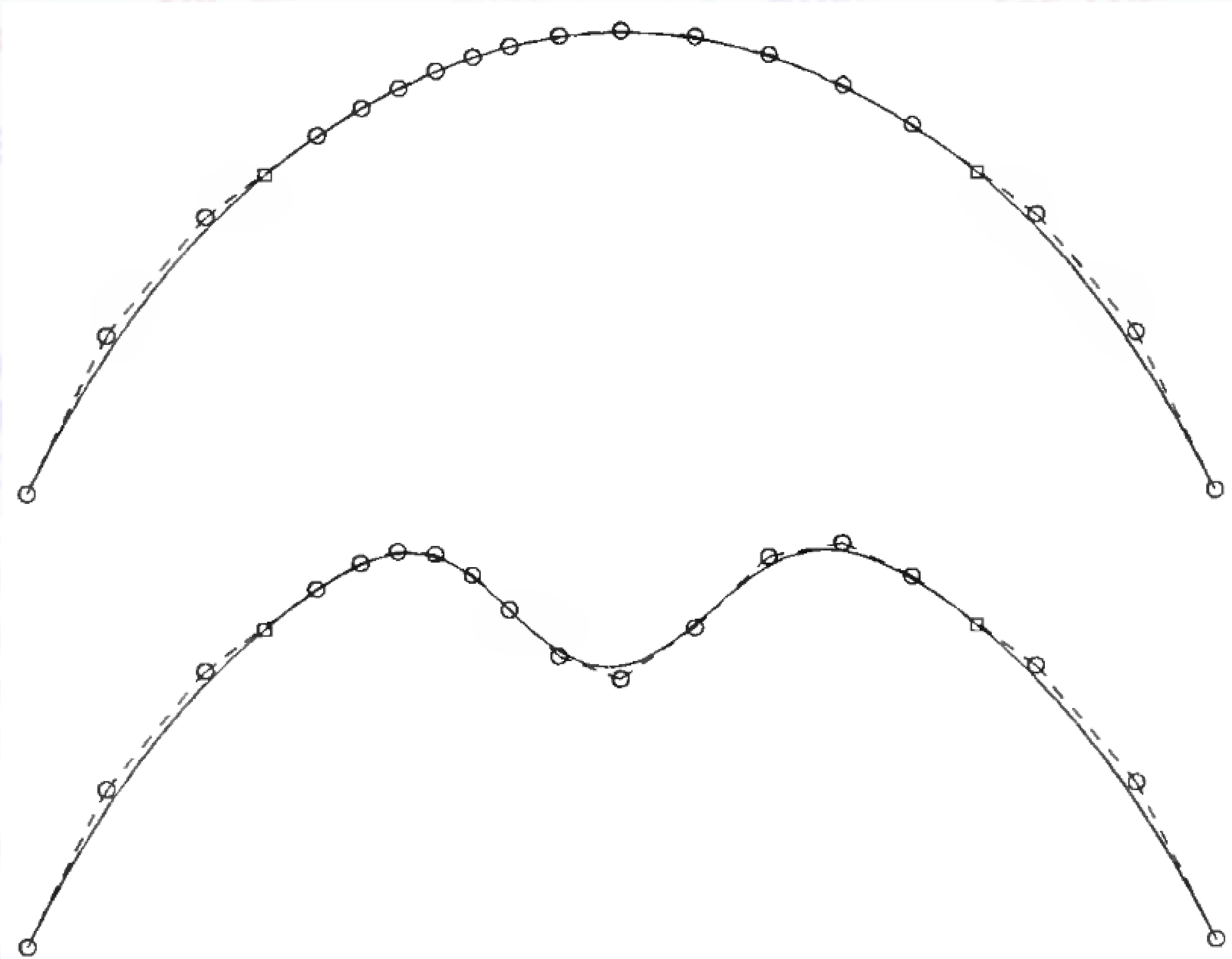
Szimultán mozgatás, γ=0.8 (felhasználó beállítása alapján)



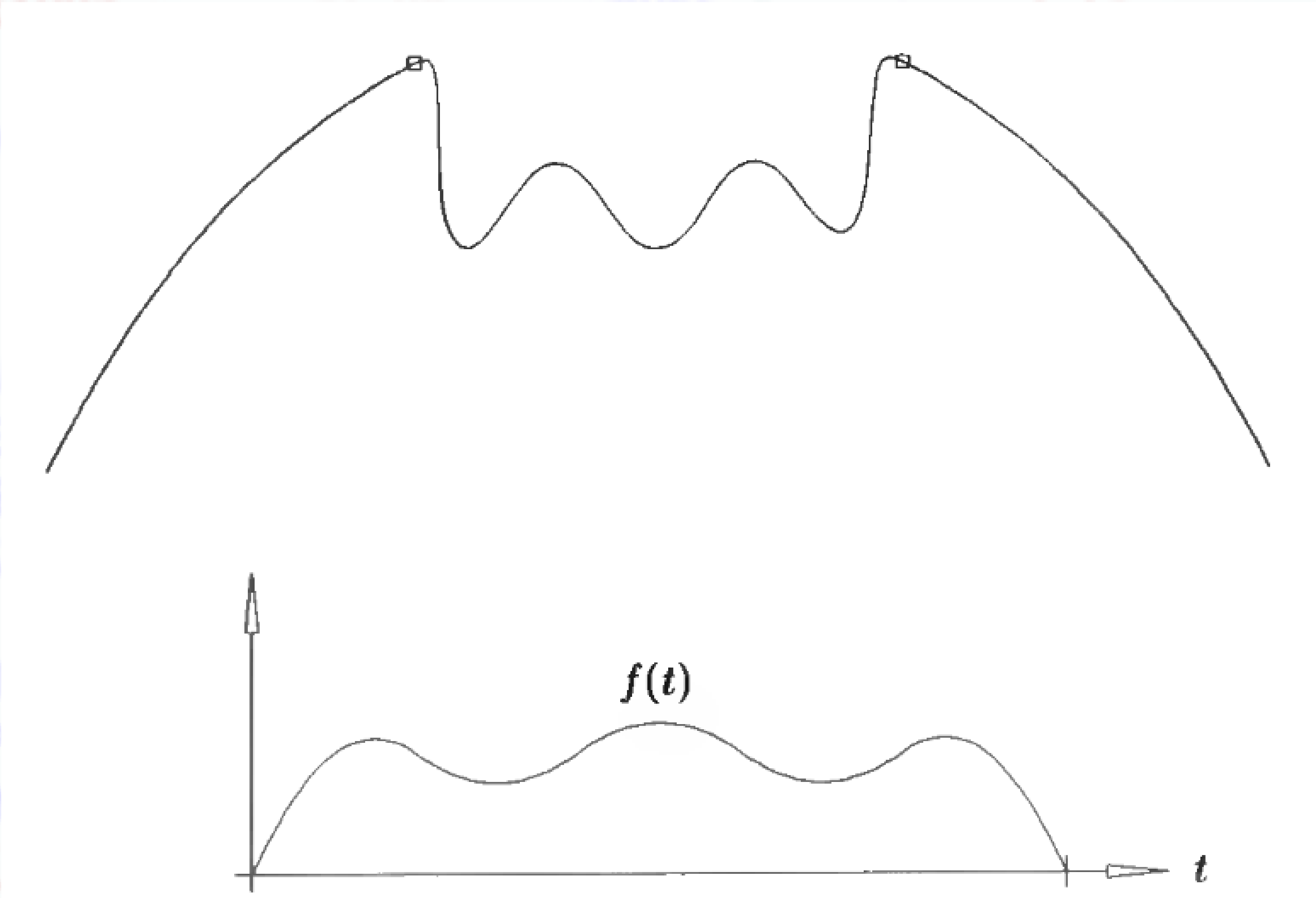
Warping

- Sok kontrollpont együttes mozgatása valamilyen intervallumban
- Általános képlet: $\hat{\mathbf{P}}_i = \mathbf{P}_i + f d \mathbf{W}$
- f: blendfüggvény (lecsengés)
  - általában bázisfüggvények kombinációja
  - a megadott intervallum alapján számolható
- d: maximális távolság
- W: irány
  - változó (pl. mindig normálirányú) $\mathbf{W}(t) = \pm\mathbf{N}\big(u(t)\big)$
  - fix (pl. az intervallum közepén vett normálvektor) $\mathbf{W} = \pm\mathbf{N}\Big(\frac{1}{2}(u_s + u_e)\Big)$

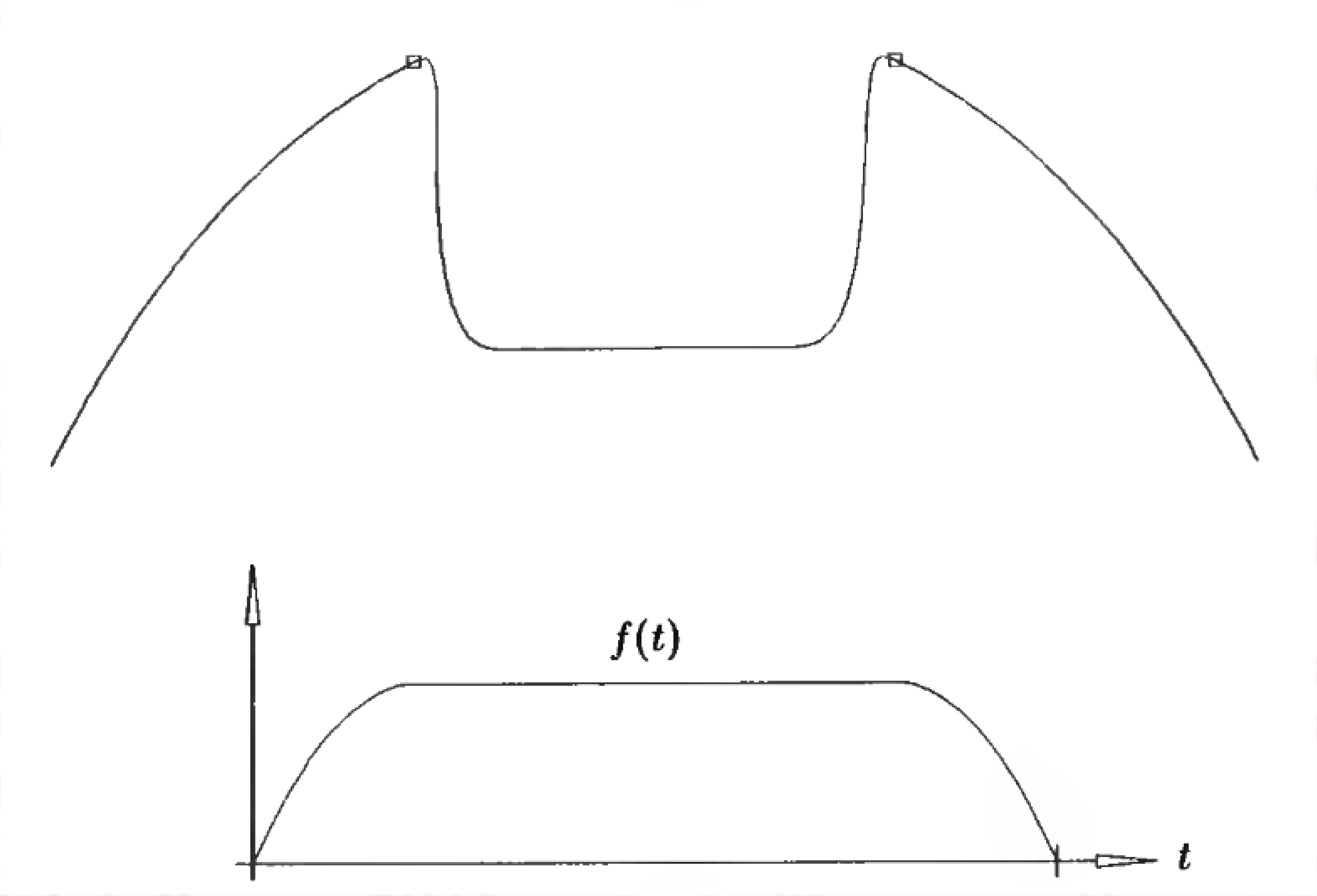
Warping – példa



Warping más blendfüggvényekkel



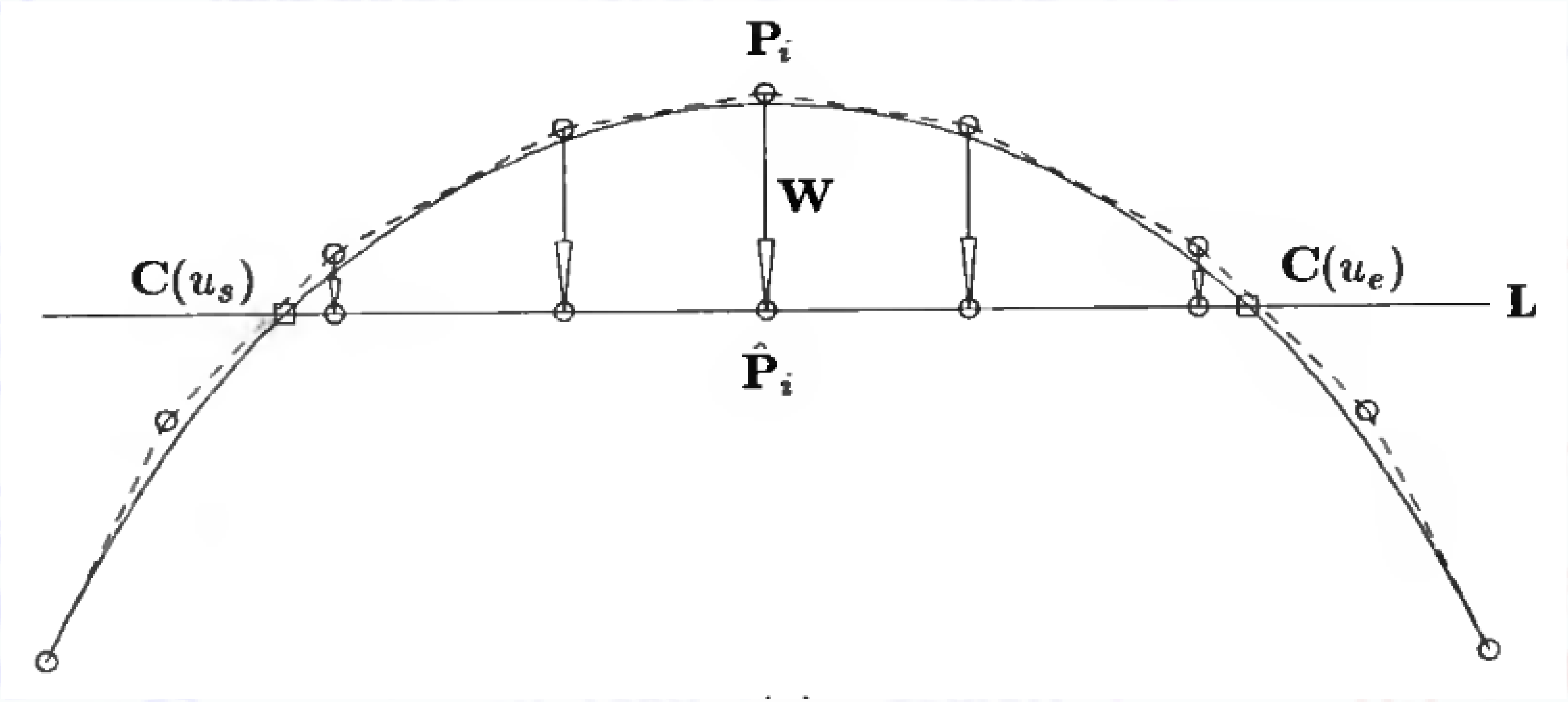
Warping más blendfüggvényekkel



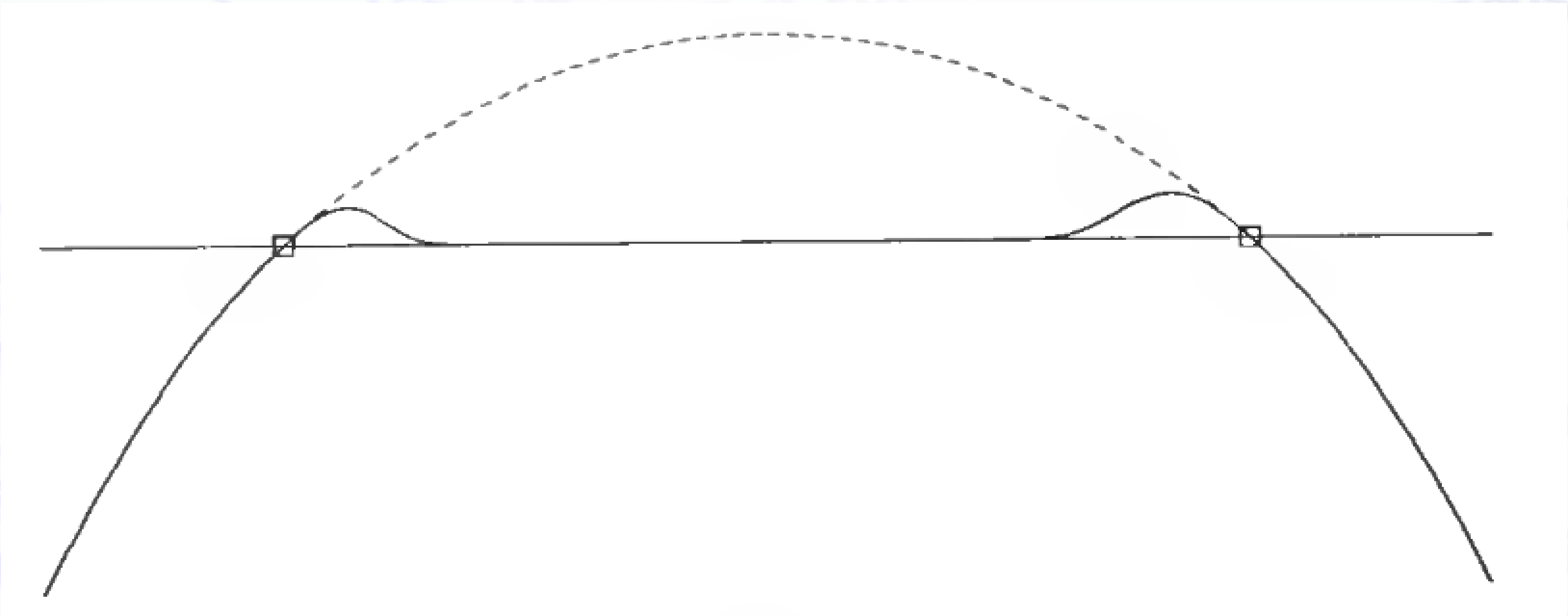
Lapítás

- Egyenes szegmenshez simulás
- Módszer: kontrollpont vetítés
  - adott irányban / merőlegesen
- Legalább (p+1) kontrollpont kell
  - Szükség esetén csomóbeszúrással sűrítés
- Melyik kontrollpontokat vetítsük?
  - csak ami adott paraméterek között lokális (nincs hatása az intervallumon kívül)
  - az egyenes szegmens egyik oldalán levőket
  - a szegmens végpontjai között (csak azok a kontrollpontok vetítődnek, amelyeknek a képe a szegmensen belül van)

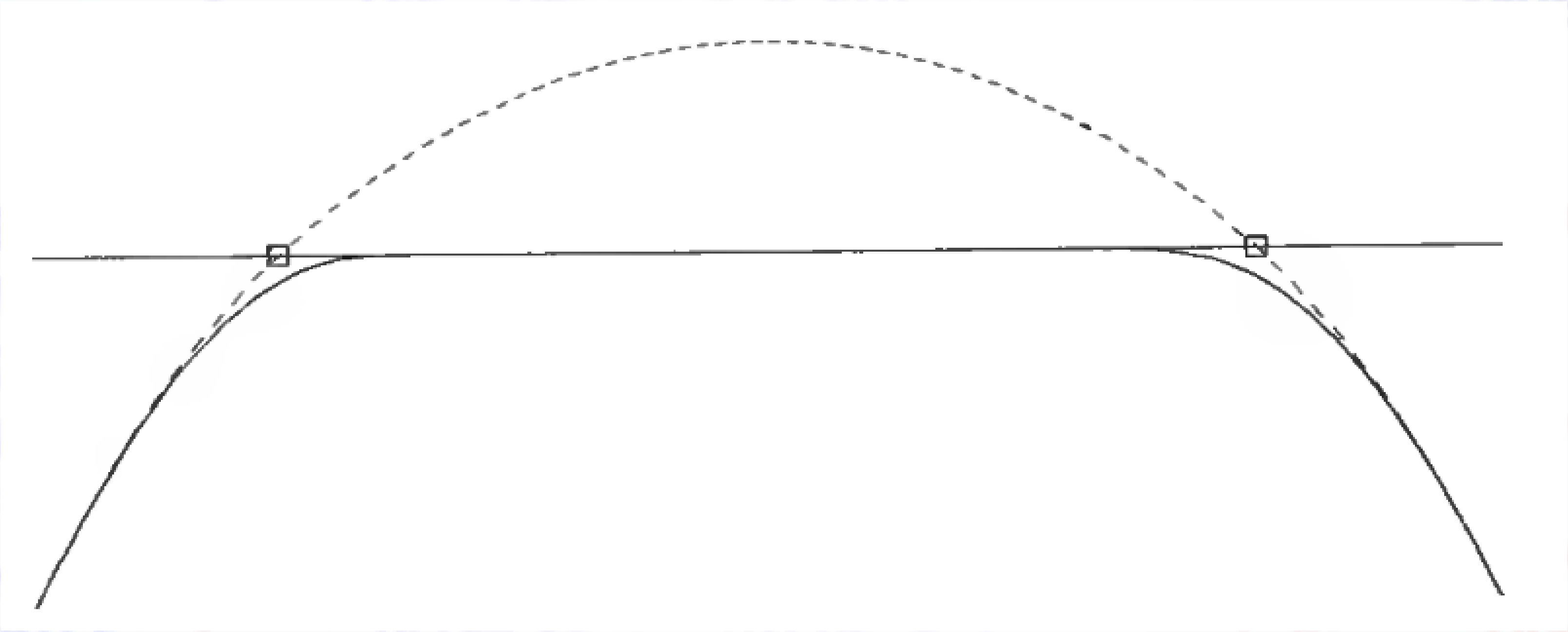
Lapítás — példa



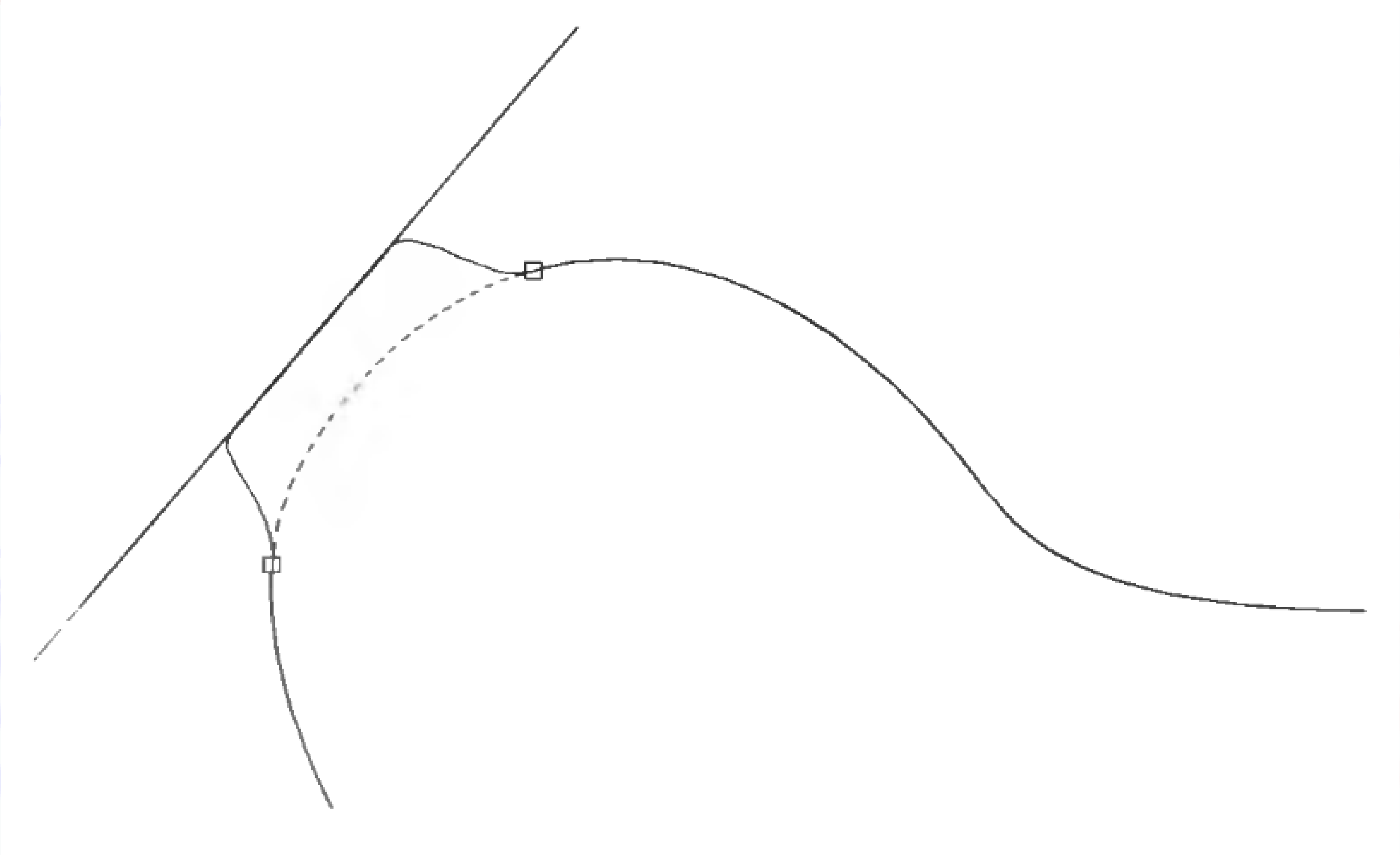
Lapítás — lokális kontrollpontokkal



Lapítás — az egyenes feletti kontrollpontokkal



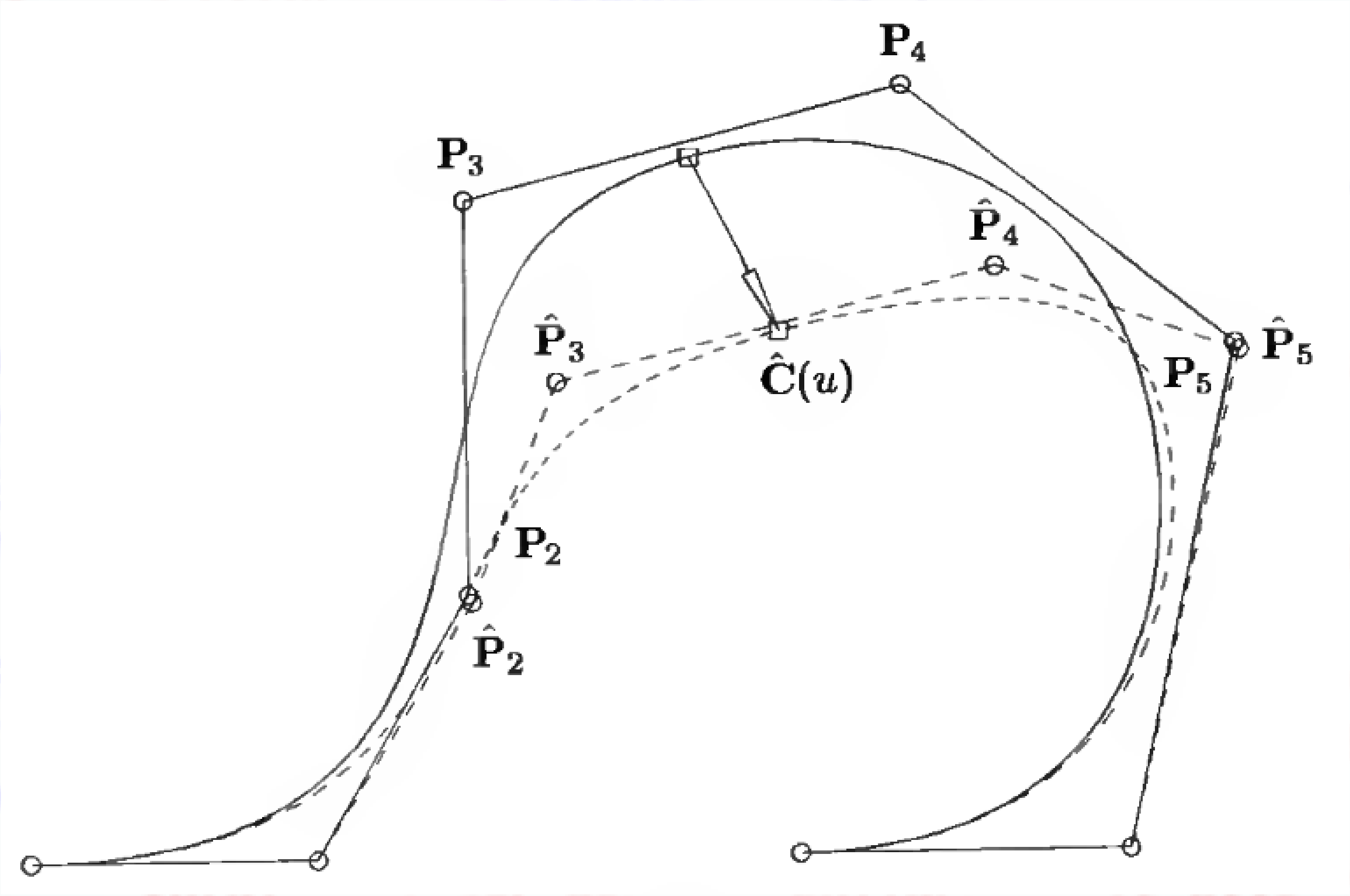
Lapítás külső egyeneshez



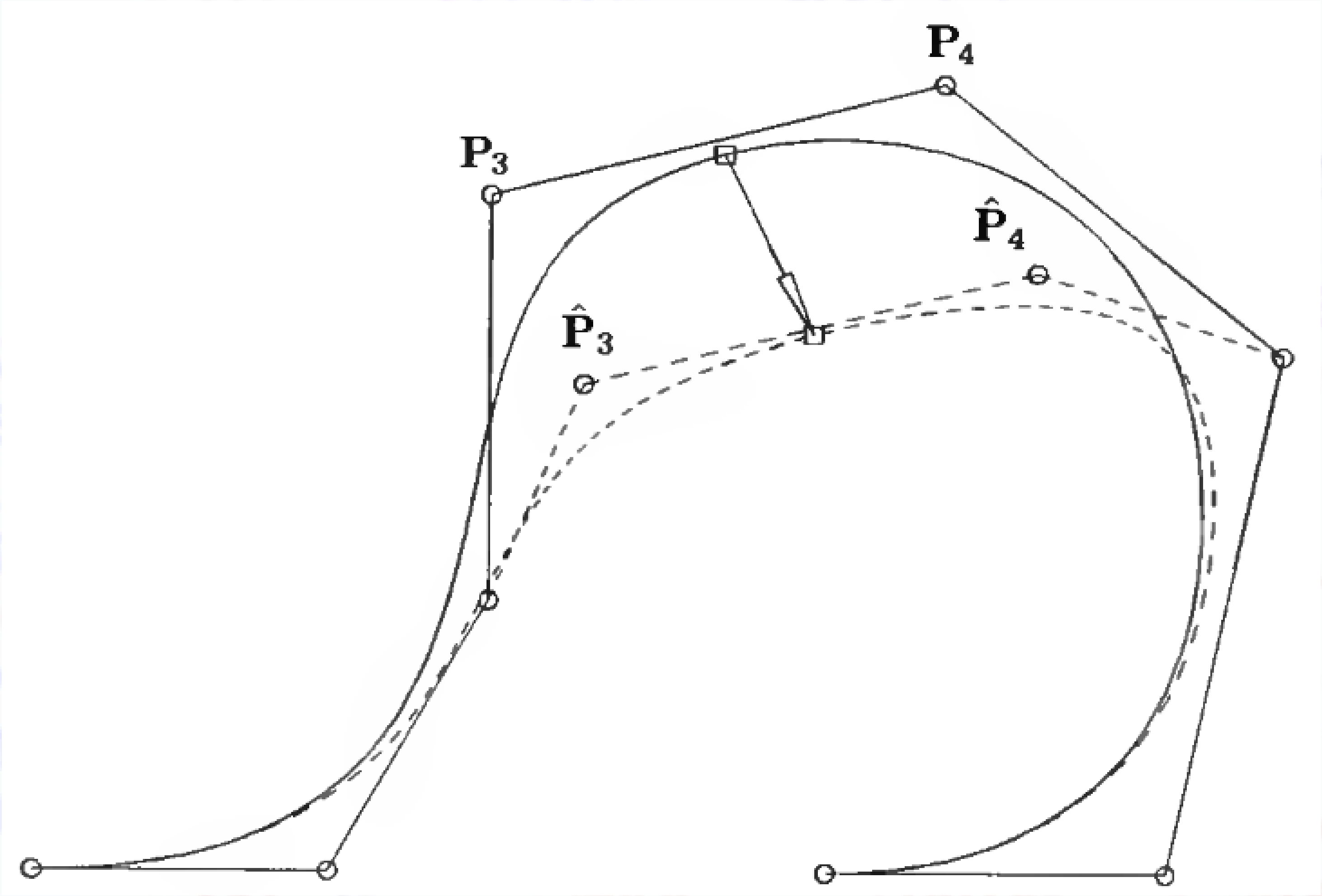
Módosítás kényszerekkel

- A görbepontmozgatás kiterjesztése
- Adott: $\{\Delta \mathbf{D}_r^{(k)}\}$ derivált-változások
  - általában k = 0,1,2
- Minimális hosszú megoldás
  - a kontrollpontok összelmozdulása minimális
- Kontrollpontok lerögzíthetőek
- Lineáris egyenletrendszerhez vezet
  - a megoldás $\Delta \mathbf{P} = A\Delta \mathbf{D}$ alakú
  - az A mátrix előre kiszámolható
  - ezután a kényszerek interaktívan beállíthatóak

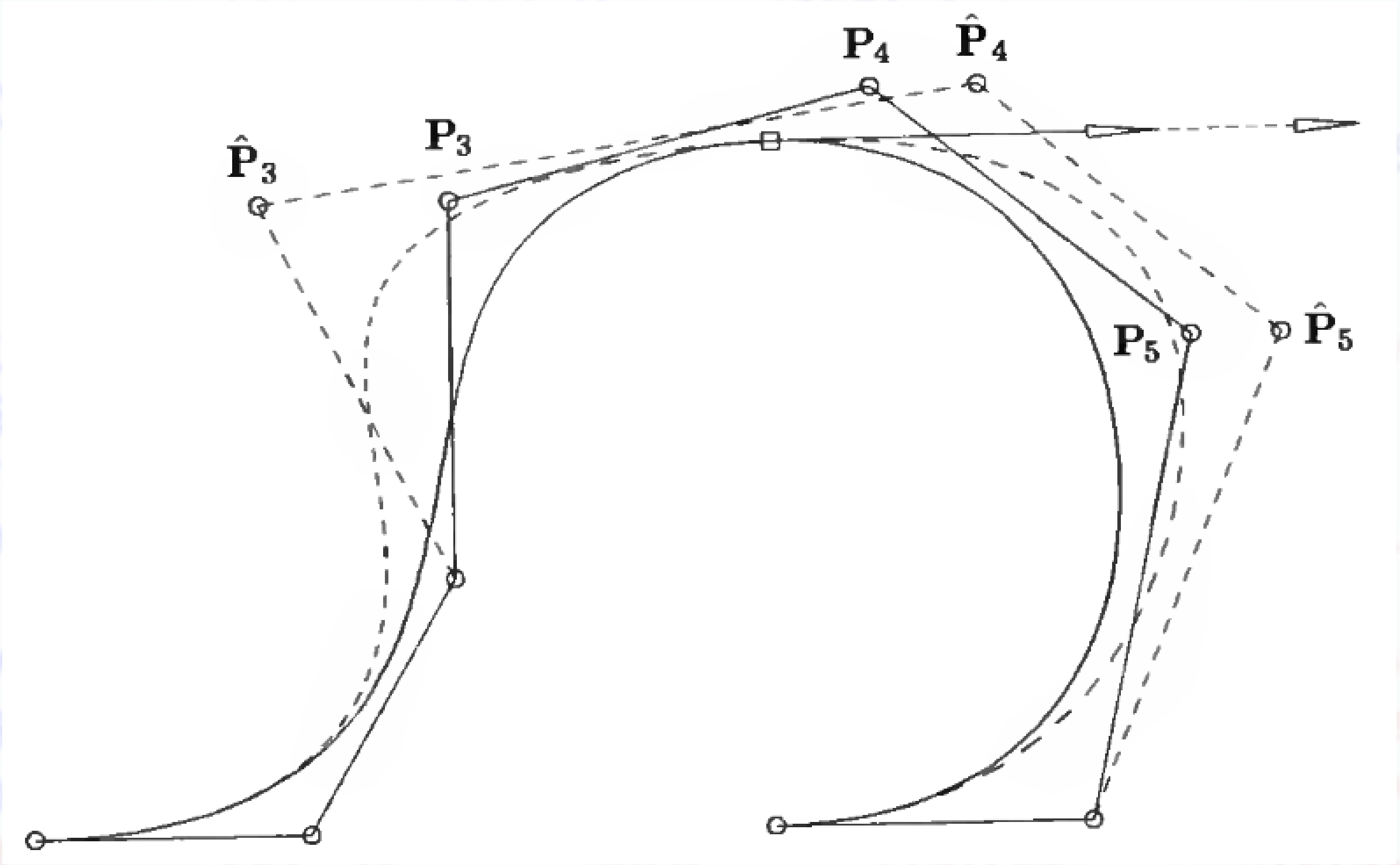
Csak pozicionális módosítás (minden cp mozoghat)



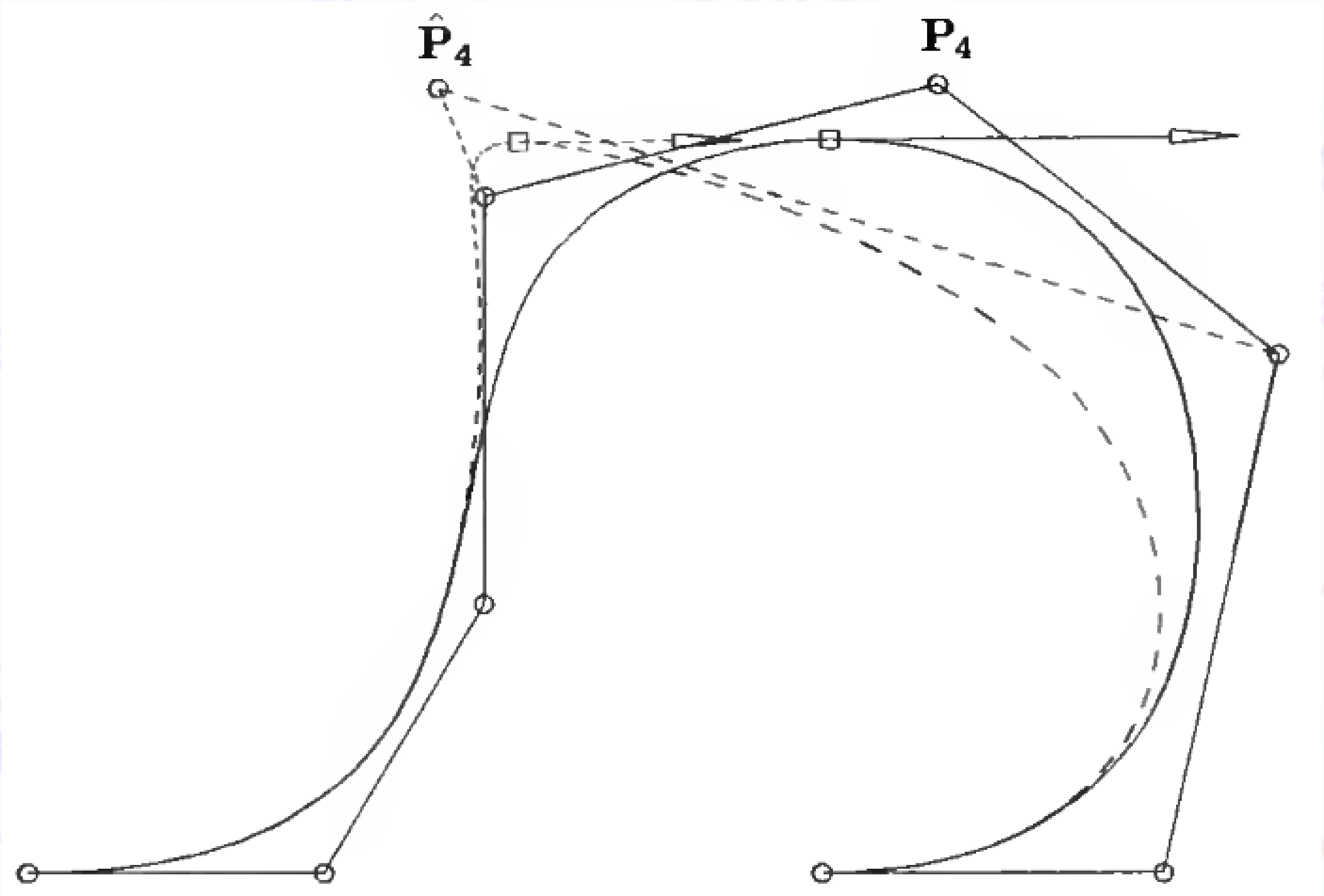
Csak pozicionális módosítás (P3 és P4 mozoghat)



Csak tangens módosítás (P3, P4 és P5 mozoghat)



Csak tangens módosítás (csak P4 mozoghat)



Pozíció és tangens módosítás (P3 és P4 mozoghat)