

Hullámok

Czövek Márton, Forrás Bence

4. BDG fizikatábor, Királyrét

2014. április

Tartalom

1 Hullámok elmélete dióhéjban

Tartalom

- 1 Hullámok elmélete dióhéjban
- 2 Vízhullámok

Tartalom

- 1 Hullámok elmélete dióhéjban
- 2 Vízhullámok
- 3 Földrengéshullámok

Tartalom

- 1 Hullámok elmélete dióhéjban
- 2 Vízhullámok
- 3 Földrengéshullámok
- 4 Hanghullámok





Definíció

Rezgési állapot terjedését **hullám**nak nevezzük.



Definíció

Rezgési állapot terjedését **hullám**nak nevezzük.

Például:



Definíció

Rezgési állapot terjedését **hullám**nak nevezzük.

Például: vízhullám,

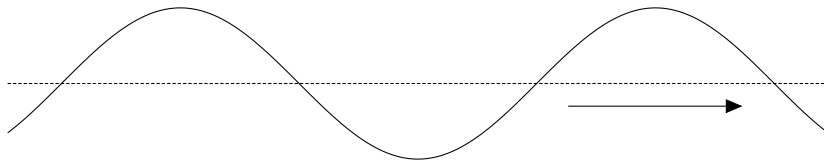


Definíció

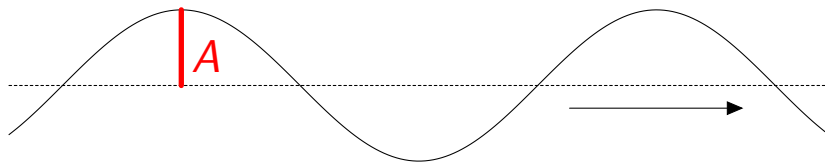
*Rezgési állapot terjedését **hullám**nak nevezzük.*

Például: vízhullám, földrengéshullám.

Jellemző mennyiségek

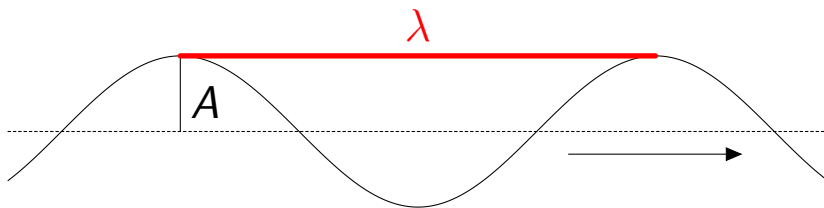


Jellemző mennyiségek



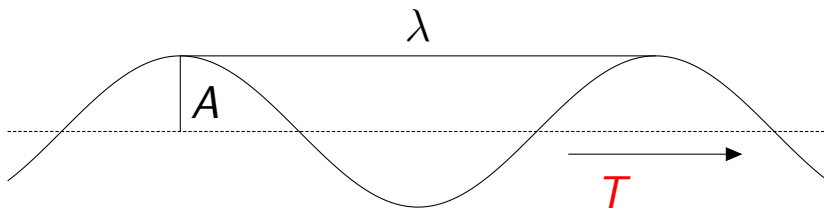
Amplitúdó (A): a maximális kitérés

Jellemző mennyiségek



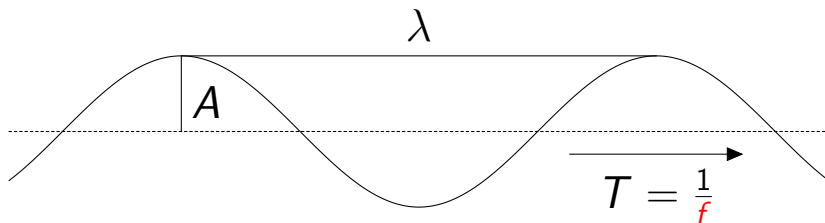
Hullámhossz (λ): két egymást követő maximum-hely távolsága

Jellemző mennyiségek



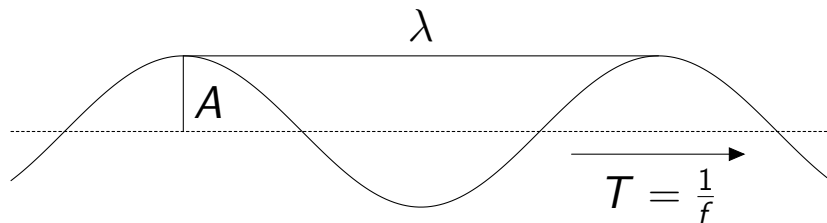
Periódusidő (T): egy teljes hullám elhaladtához szükséges idő

Jellemző mennyiségek



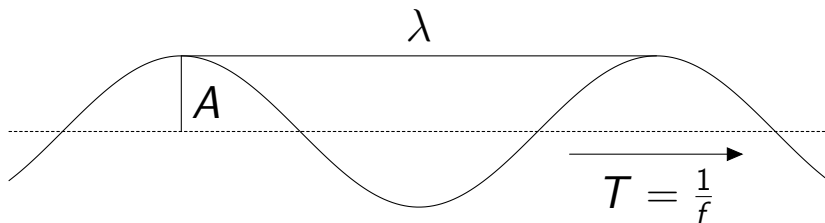
Frekvencia (f): adott idő alatt hány teljes hullám halad el

Jellemző mennyiségek



Terjedési sebesség (c): a rezgési állapot terjedésének sebessége.

Jellemző mennyiségek



Terjedési sebesség (c): a rezgési állapot terjedésének sebessége. $c = \lambda f$

Definíció

Transzverzális hullám: a kitérés iránya merőleges a terjedés irányára.



Definíció

Transzverzális hullám: a kitérés iránya merőleges a terjedés irányára.



Definíció

Longitudinális hullám: a kitérés iránya egybeesik a terjedés irányával.



- 1 Hullámok elmélete dióhéjban
- 2 Víz hullámok**
- 3 Földrengéshullámok
- 4 Hanghullámok

Kialakulás

Kialakulás

- Víz mozgása \leftrightarrow vízrészecskék mozgása

Kialakulás

- Víz mozgása \leftrightarrow vízrészecskék mozgása
- Légnyomáskülönbség \rightarrow szél \rightarrow áramló levegő nyomása kisebb \rightarrow fel-le mozgás

Kialakulás

- Víz mozgása \leftrightarrow vízrészecskék mozgása
- Légnyomáskülönbség \rightarrow szél \rightarrow áramló levegő nyomása kisebb \rightarrow fel-le mozgás
- Légnyomáskülönbség \rightarrow szél \rightarrow oldalirányú mozgás

Alak

Alak



Mit látunk?

Alak



Mit látunk?

- Nem szinuszhullám

- Nem szinuszhullám
- Jozef Gerstner 1802 → Gerstner-modell

- Nem szinuszhullám
- Jozef Gerstner 1802 → Gerstner-modell
- A hullám alakja **trochoid**





- Nem szinuszhullám
- Jozef Gerstner 1802 → Gerstner-modell
- A hullám alakja **trochoid**
- **Miért?**




- Gerstner-modell: a vízrészecskék körpályán mozognak



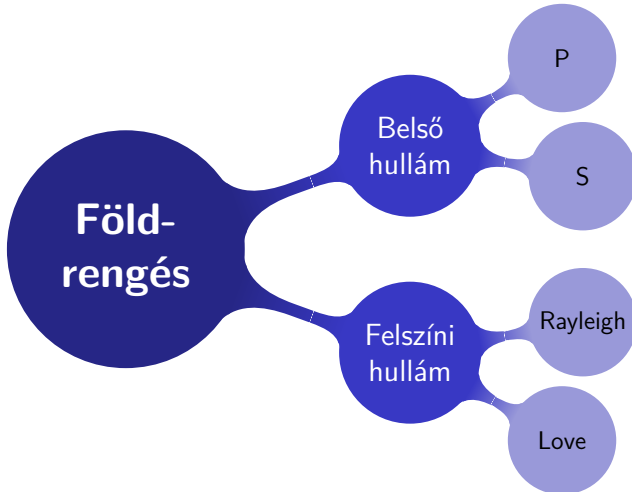
- Gerstner-modell: a vízrészecskék körpályán mozognak 
- Felszínközelben nagyobb ráhatás → nagyobb sugarú pálya

- Gerstner-modell: a vízrészecskék körpályán mozognak 
- Felszínközéleiben nagyobb ráhatás \rightarrow nagyobb sugarú pálya
- Exponenciális csökkenés lefele haladva:
z mélységben $r = r_0 \cdot e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}}$

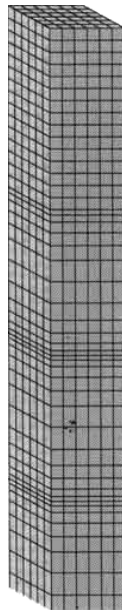
- Gerstner-modell: a vízrészecskék körpályán mozognak 
- Felszínközelben nagyobb ráhatás → nagyobb sugarú pálya
- Exponenciális csökkenés lefele haladva:
z mélységben $r = r_0 \cdot e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}}$
- Lefele haladva a körpályák lapulnak → ellipszis

- 1 Hullámok elmélete dióhéjban
- 2 Vízhullámok
- 3 Földrengéshullámok**
- 4 Hanghullámok

Tipizálás

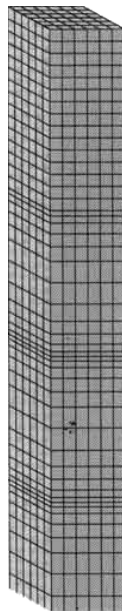


P-hullám



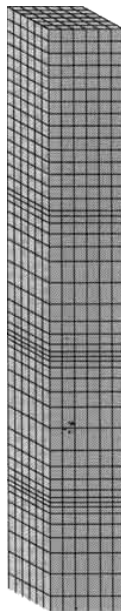
P-hullám

- longitudinális \rightarrow gyors



P-hullám

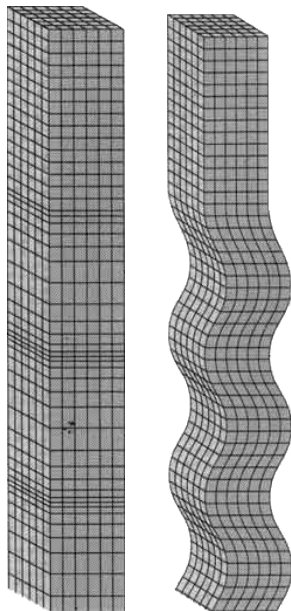
- longitudinális \rightarrow gyors
- levegőben hanghullám



P-hullám

- longitudinális \rightarrow gyors
- levegőben hanghullám

S-hullám

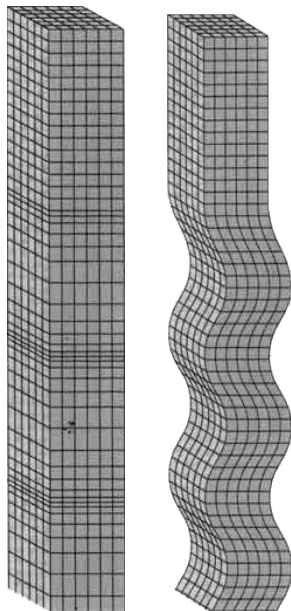


P-hullám

- longitudinális \rightarrow gyors
- levegőben hanghullám

S-hullám

- transzverzális

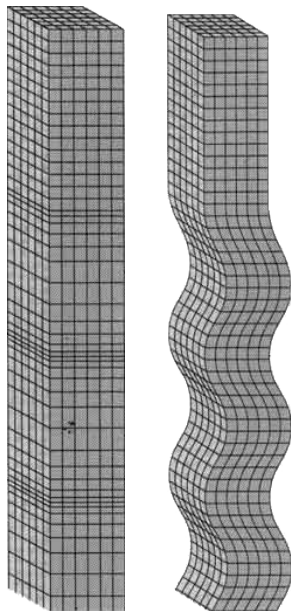


P-hullám

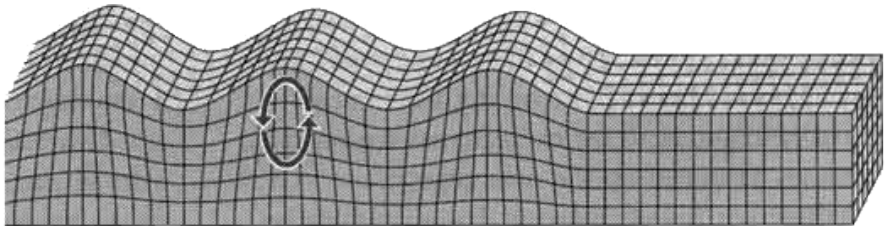
- longitudinális \rightarrow gyors
- levegőben hanghullám

S-hullám

- transzverzális
- csak szilárd közegben

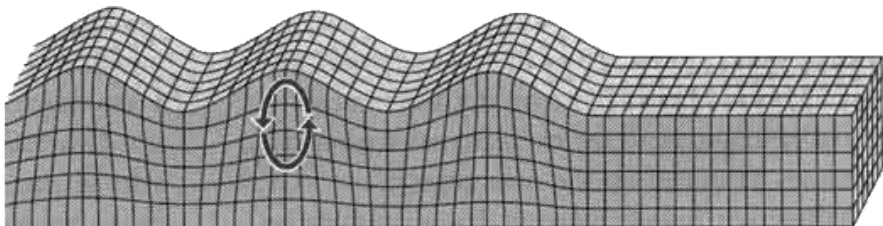


Rayleigh-hullám



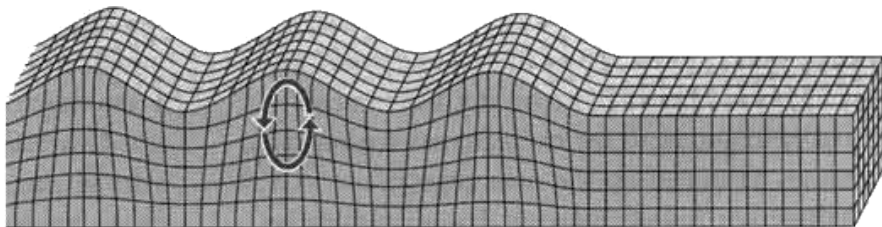
Rayleigh-hullám

- Longitudinális és transzverzális mozgás



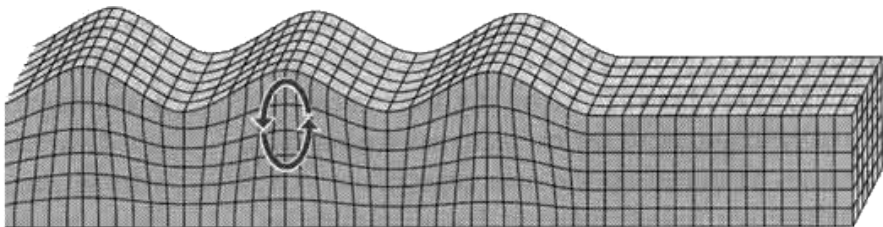
Rayleigh-hullám

- Longitudinális és transzverzális mozgás
- A részecskék ellipszispályán mozognak



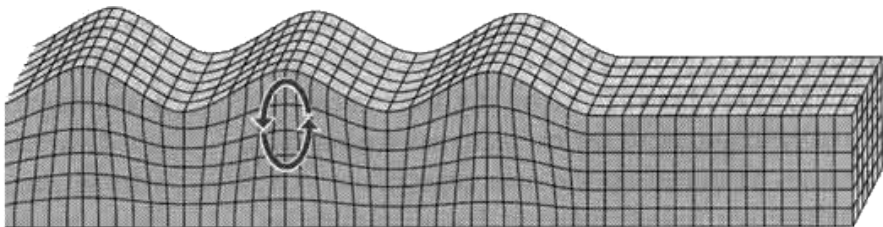
Rayleigh-hullám

- Longitudinális és transzverzális mozgás
- A részecskék ellipszispályán mozognak
- Mélyüléssel exponenciális csökkenés

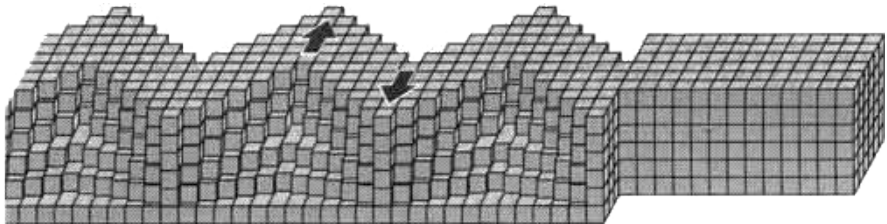


Rayleigh-hullám

- Longitudinális és transzverzális mozgás
- A részecskék ellipszispályán mozognak
- Mélyüléssel exponenciális csökkenés
- Csak $\frac{1}{\sqrt{r}}$ -es amplitúdóvesztés

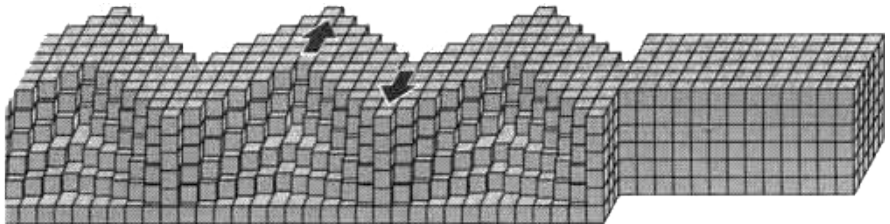


Love-hullám



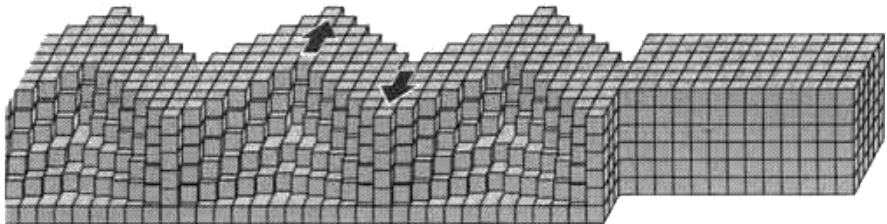
Love-hullám

- Csak szilárd közegben



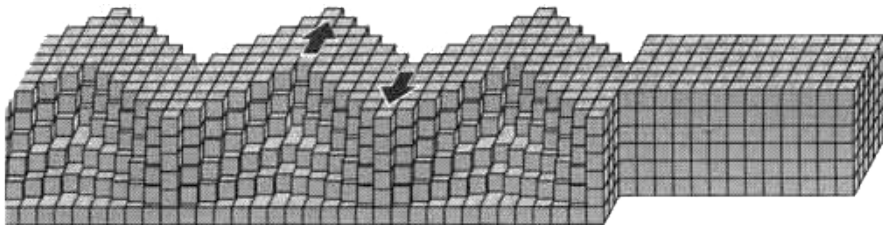
Love-hullám

- Csak szilárd közegben
- Rayleigh-hullámmal azonos csökkenés



Love-hullám

- Csak szilárd közegben
- Rayleigh-hullámmal azonos csökkenés
- Gyorsabb, mint a Rayleigh-hullám



- 1 Hullámok elmélete dióhéjban
- 2 Vízhullámok
- 3 Földrengéshullámok
- 4 Hanghullámok**

Elmélet

Elmélet

- Hang: longitudinális hullám



Elmélet

- Hang: longitudinális hullám
- Levegőben terjed



Elmélet

- Hang: longitudinális hullám
- Levegőben terjed
 - hangszóró működése



Elmélet

- Hang: longitudinális hullám
- Levegőben terjed
 - hangszóró működése
- Frekvencia: hangmagasság



Elmélet

- Hang: longitudinális hullám
- Levegőben terjed
→ hangszóró működése
- Frekvencia: hangmagasság
Amplitúdó: hangerő



Elmélet

- Hang: longitudinális hullám
- Levegőben terjed
→ hangszóró működése
- Frekvencia: hangmagasság
Amplitúdó: hangerő
Terjedési sebesség $c \approx 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



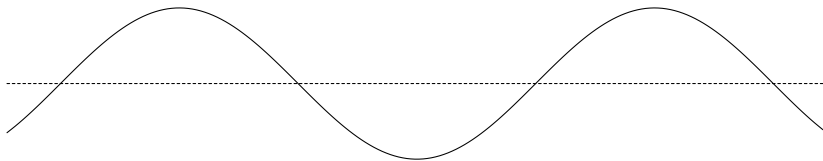
Elmélet

- Hang: longitudinális hullám
- Levegőben terjed
→ hangszóró működése
- Frekvencia: hangmagasság
Amplitúdó: hangerő
Terjedési sebesség $c \approx 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- Koncert A: $f = 440 \text{ Hz}$



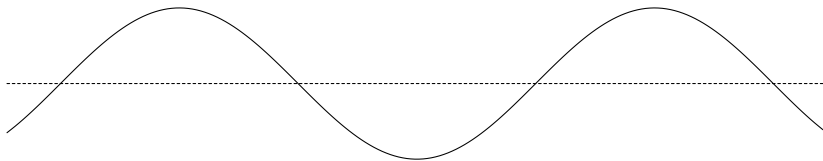
Transzformációk

Transzformációk



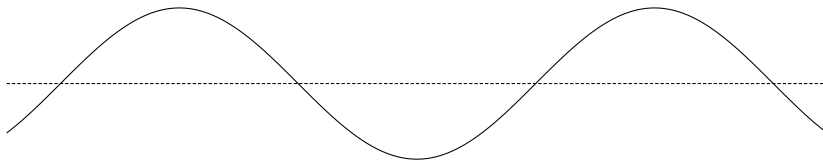
- Hangok kezelése programmal

Transzformációk



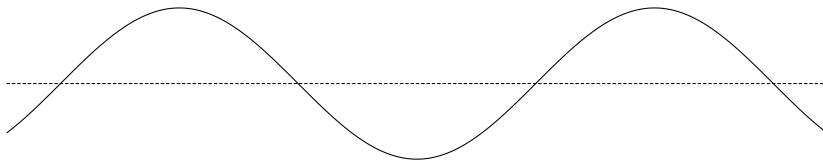
- Hangok kezelése programmal
- Gyorsítás, lassítás

Transzformációk



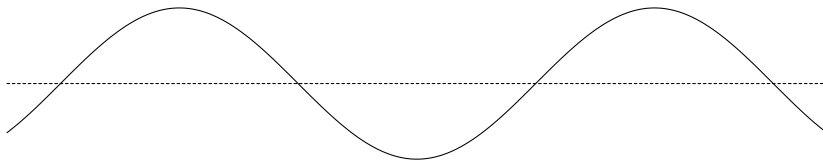
- Hangok kezelése programmal
- Gyorsítás, lassítás
- Megfordítás

Transzformációk



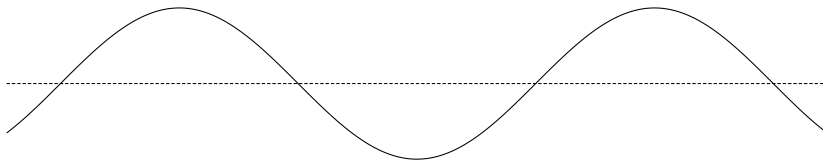
- Hangok kezelése programmal
- Gyorsítás, lassítás
- Megfordítás
- „Kánon” létrehozása

Transzformációk



- Hangok kezelése programmal
- Gyorsítás, lassítás
- Megfordítás
- „Kánon” létrehozása

Transzformációk



- Hangok kezelése programmal
- Gyorsítás, lassítás
- Megfordítás
- „Kánon” létrehozása

És az eredmény...





Mit hallunk?

Karplus–Strong-algoritmus

- Gitár hangjának szimulációja (Digitalar)

Karplus–Strong-algoritmus

- Gitár hangjának szimulációja (Digital)
- Gitárhúr megpendítése \rightarrow hullám

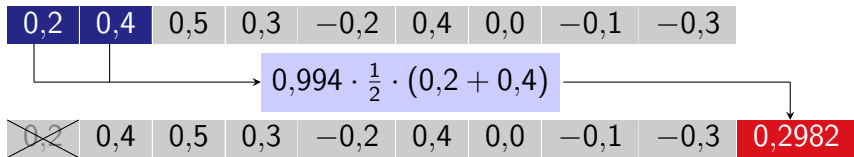
Karplus–Strong-algoritmus

- Gitár hangjának szimulációja (Digital)
- Gitárhúr megpendítése \rightarrow hullám
- Megpendítés pillanata: véletlenszámok

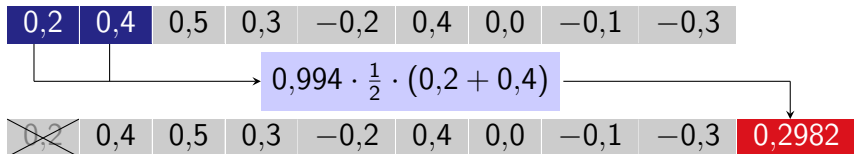
0,2	0,4	0,5	0,3	-0,2	0,4	0,0	-0,1	-0,3
-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	------	------

Karplus–Strong-algoritmus

- Gitár hangjának szimulációja (Digital)
- Gitárhúr megpendítése \rightarrow hullám
- Megpendítés pillanata: véletlenszámok
- Utólagos rezgések: Karplus–Strong-lépés

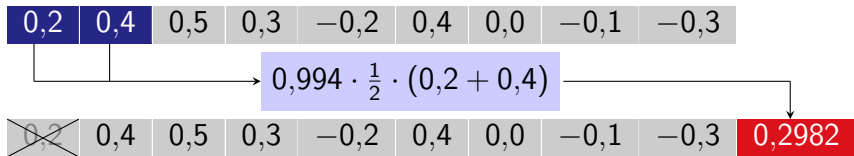


Miért működik?



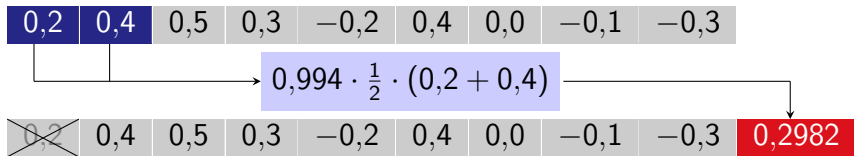
Miért működik?

- A buffer hossza \rightarrow megfelelő frekvencia \rightarrow húr hossza



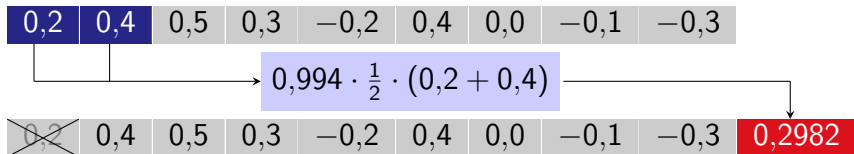
Miért működik?

- A buffer hossza \rightarrow megfelelő frekvencia \rightarrow húr hossza
- Egy teljes kör \rightarrow haladt a hullám, a rendezetlenség csökken






Miért működik?

- A buffer hossza \rightarrow megfelelő frekvencia \rightarrow húr hossza
- Egy teljes kör \rightarrow haladt a hullám, a rendezetlenség csökken
- Energiaveszteségi faktor



Források

-  ELTE TTK Hallgatói Alapítványa
Óceánok és tengerek
-  Habib's Water Shader Wiki
Advanced Water Physics
-  Carl R. Nave (HyperPhysics)
Ocean Waves

- 🌐 Angol nyelvű Wikipédia
Seismic wave, Rayleigh wave
(Oldid: 600384670, 589672998)
- 🌐 D.V. Rogers
Types Of Earthquake Waves
- 🌐 Robert Sedgewick, Kevin Wayne
Plucking a Guitar String

Hozzáférés: 2014. március 20–30.

Köszönjük a figyelmet!

Czövek Márton

Forrás Bence

Baranyai Klára

Lendvai Dorottya