Audio fingerprinting in WebAssembly per l'esecuzione in browser web

Candidato: Davide Pisanò *Relatore*: Prof. Antonio Servetti

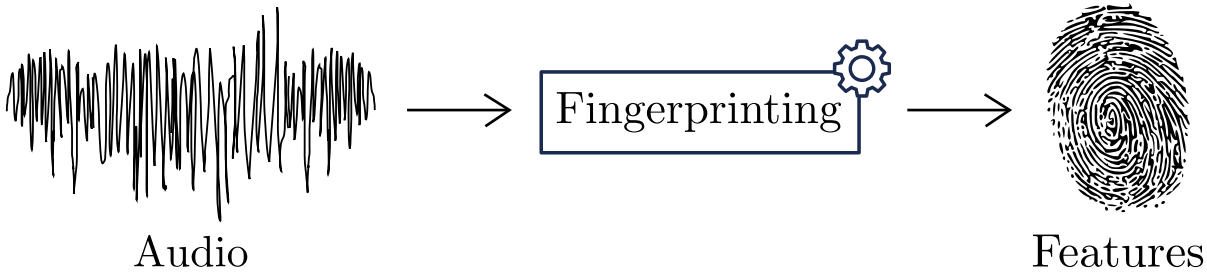
Politecnico di Torino

Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica
25 Luglio 2023

Obiettivo: fingerprinting di segnali audio nel browser

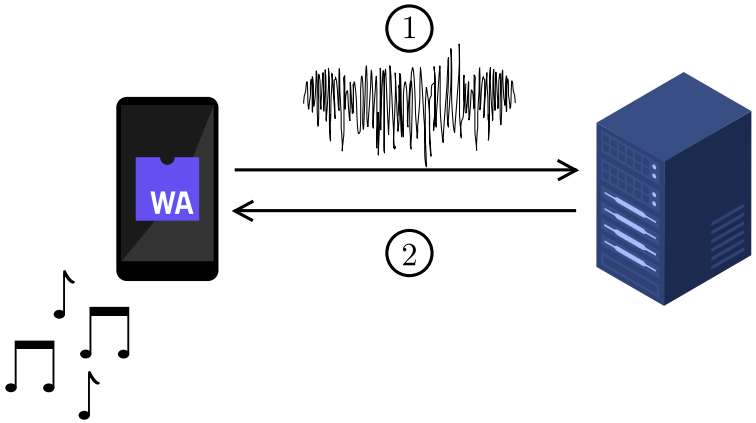
Il Fingerprinting

- **Fingerprint audio** $\rightarrow$ impronta digitale di un audio
  - Ogni fingerprint identifica univocamente un audio
  - Insieme di features che *riassumono* l'audio
  - A segnali simili corrispondono features simili



Rivisitare il Modello C/S

C/S classico



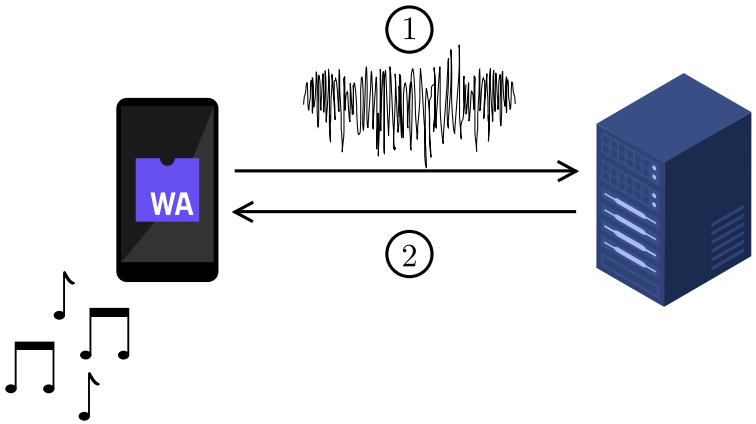
1. Client invia audio
2. Server risponde

C/S rivisitato

0. Client calcola fingerprint
1. Client invia fingerprint
2. Server risponde

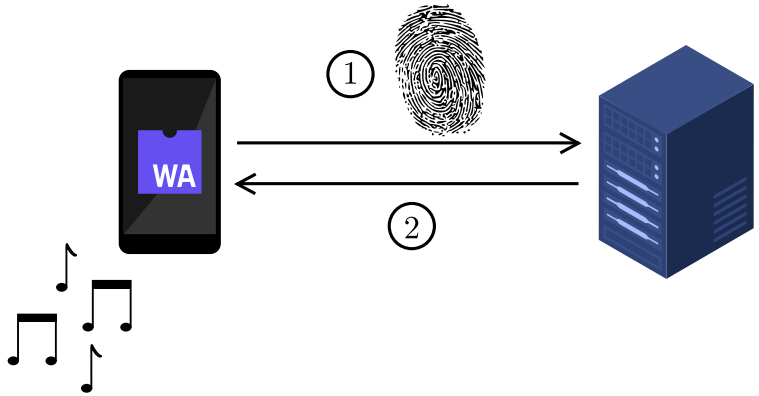
Rivisitare il Modello C/S

C/S classico



1. Client invia audio
2. Server risponde

C/S rivisitato



0. Client calcola fingerprint
1. Client invia fingerprint
2. Server risponde

Strumenti a Disposizione

Inizialmente capacità dei browser limitate:

- Javascript ritenuto *anziano*
  - **Soluzione**: JavaScript ES6
- Scarse performance con Javascript
  - **Soluzione**: WebAssembly
- Niente API *multimediali*
  - **Soluzione**: WebAudio

Strumenti a Disposizione

Inizialmente capacità dei browser limitate:

- Javascript ritenuto *anziano*
  - **Soluzione**: JavaScript ES6
- Scarse performance con Javascript
  - **Soluzione**: WebAssembly
- Niente API *multimediali*
  - **Soluzione**: WebAudio

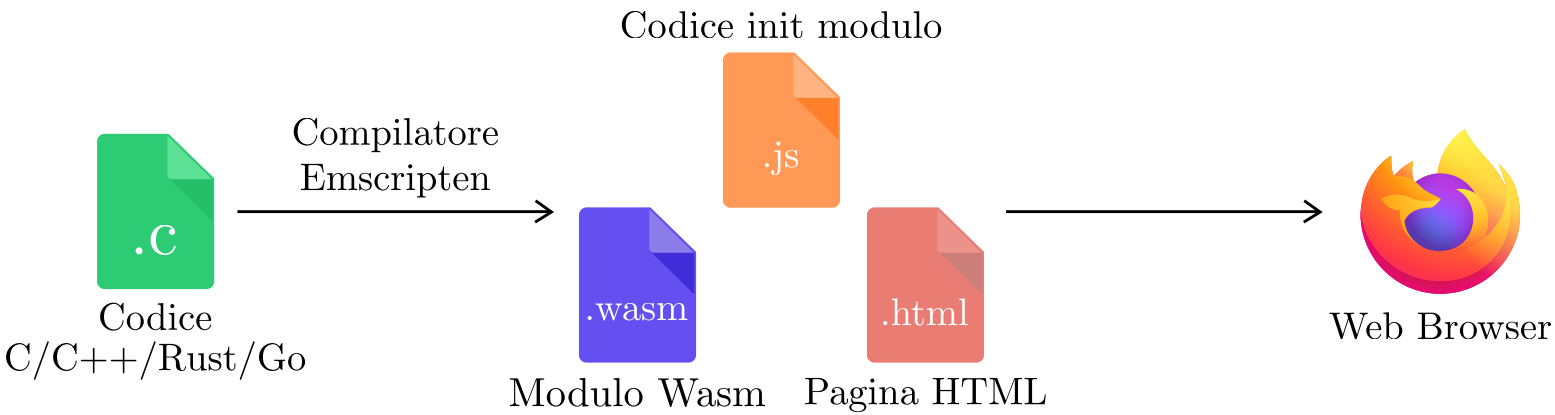
Strumenti a Disposizione

Inizialmente capacità dei browser limitate:

- Javascript ritenuto *anziano*
  - **Soluzione**: JavaScript ES6
- Scarse performance con Javascript
  - **Soluzione**: WebAssembly
- Niente API *multimediali*
  - **Soluzione**: WebAudio

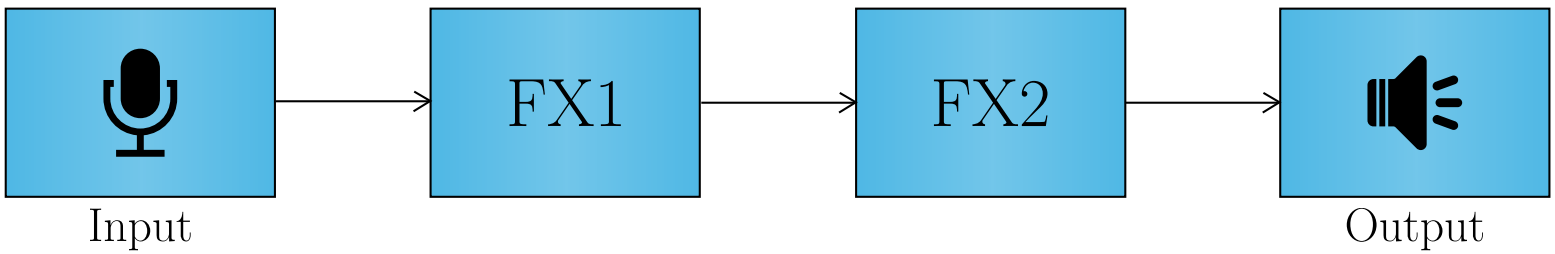
WebAssembly

- Formato per codice binario
- Eseguibile nel browser
  - Performance comparabili a quelle native
- Target per linguaggi di basso livello

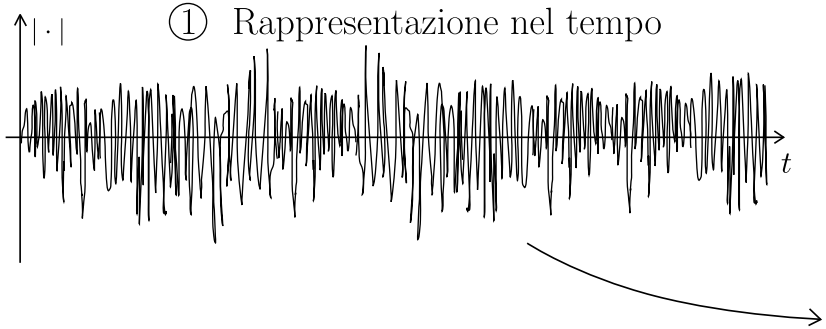


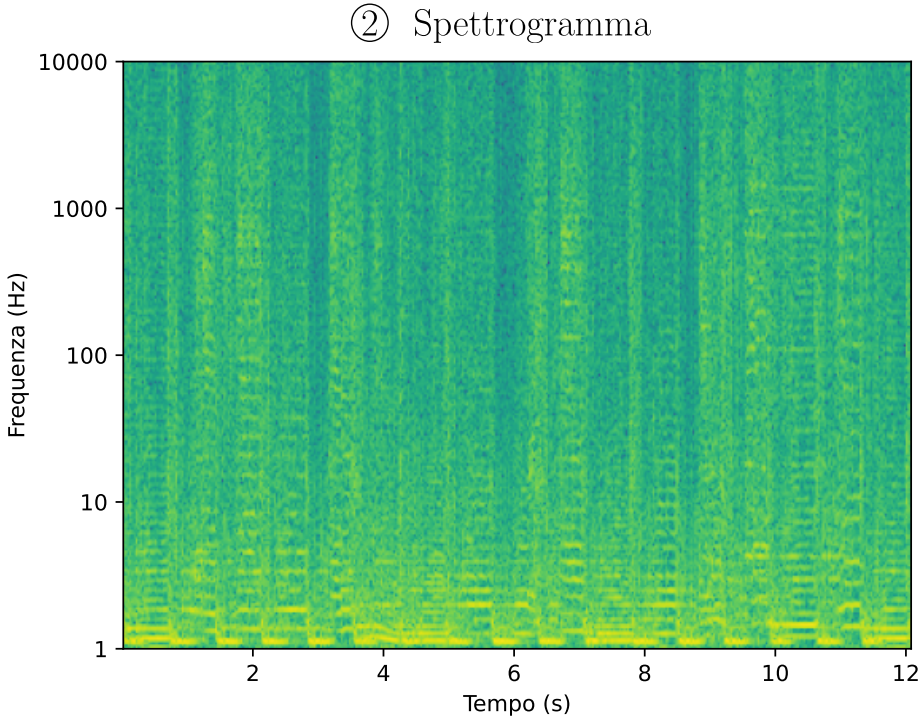
WebAudio

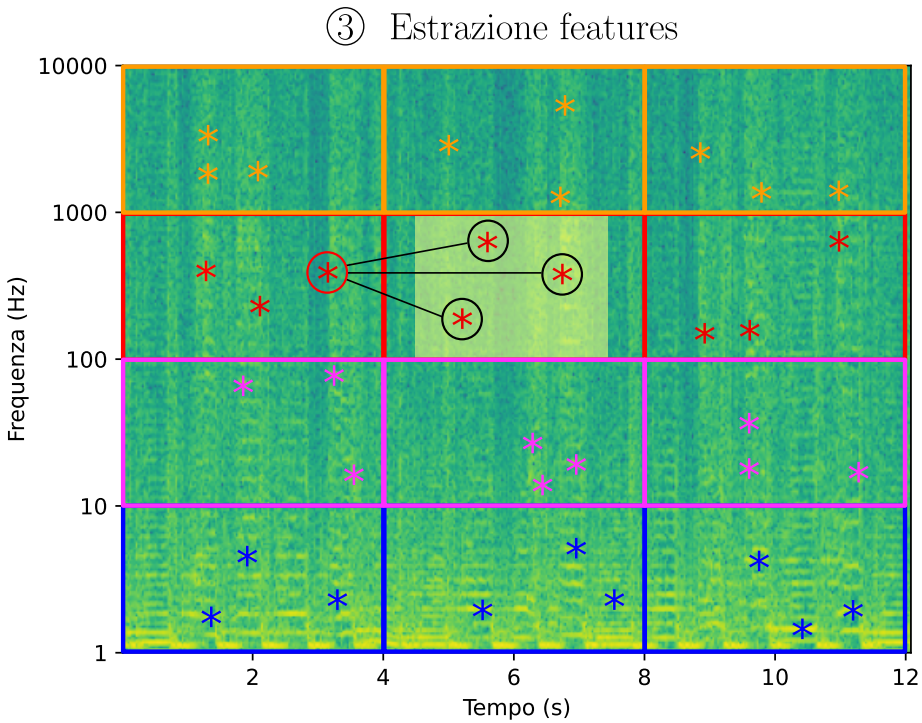
- API JavaScript
- Manipolazione e acquisizione audio
- Processing in tempo reale
  - In thread dedicato
- Architettura basata su nodi



Il Fingerprinting nel Dettaglio

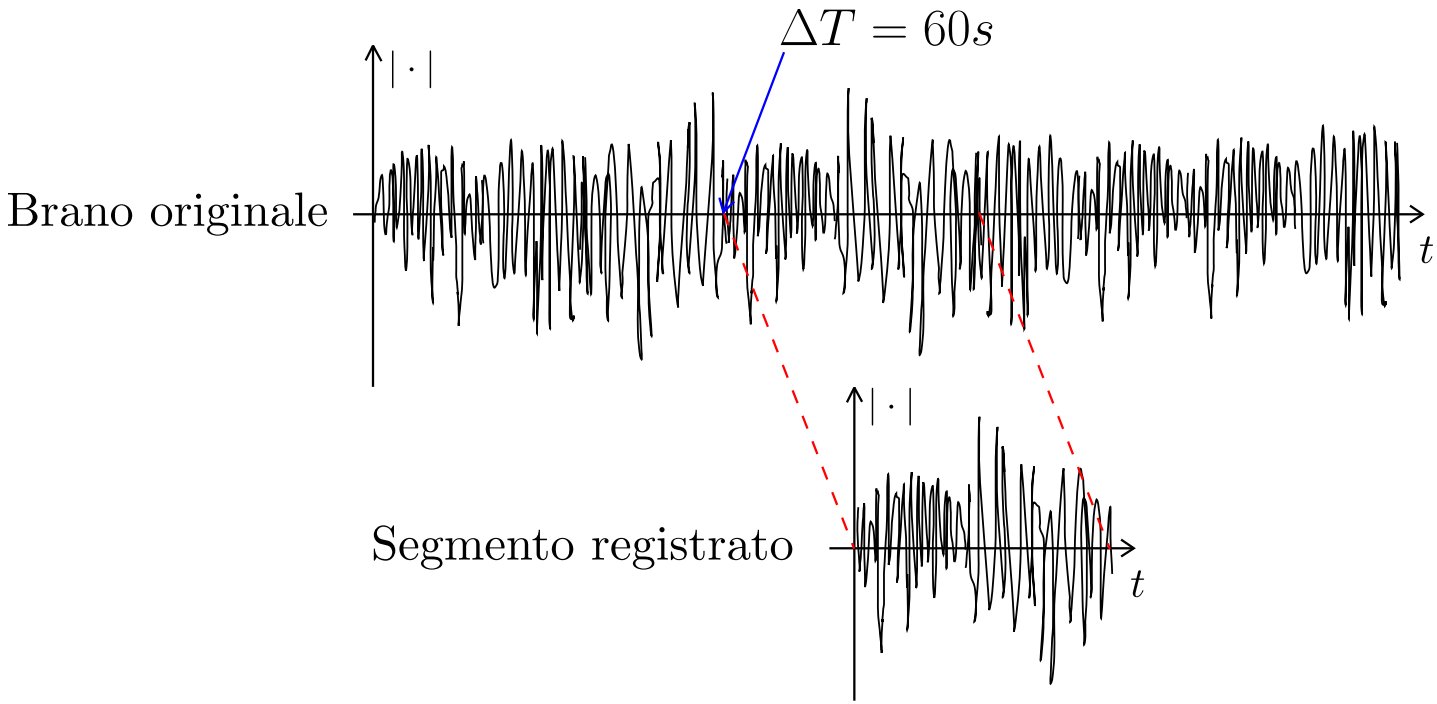






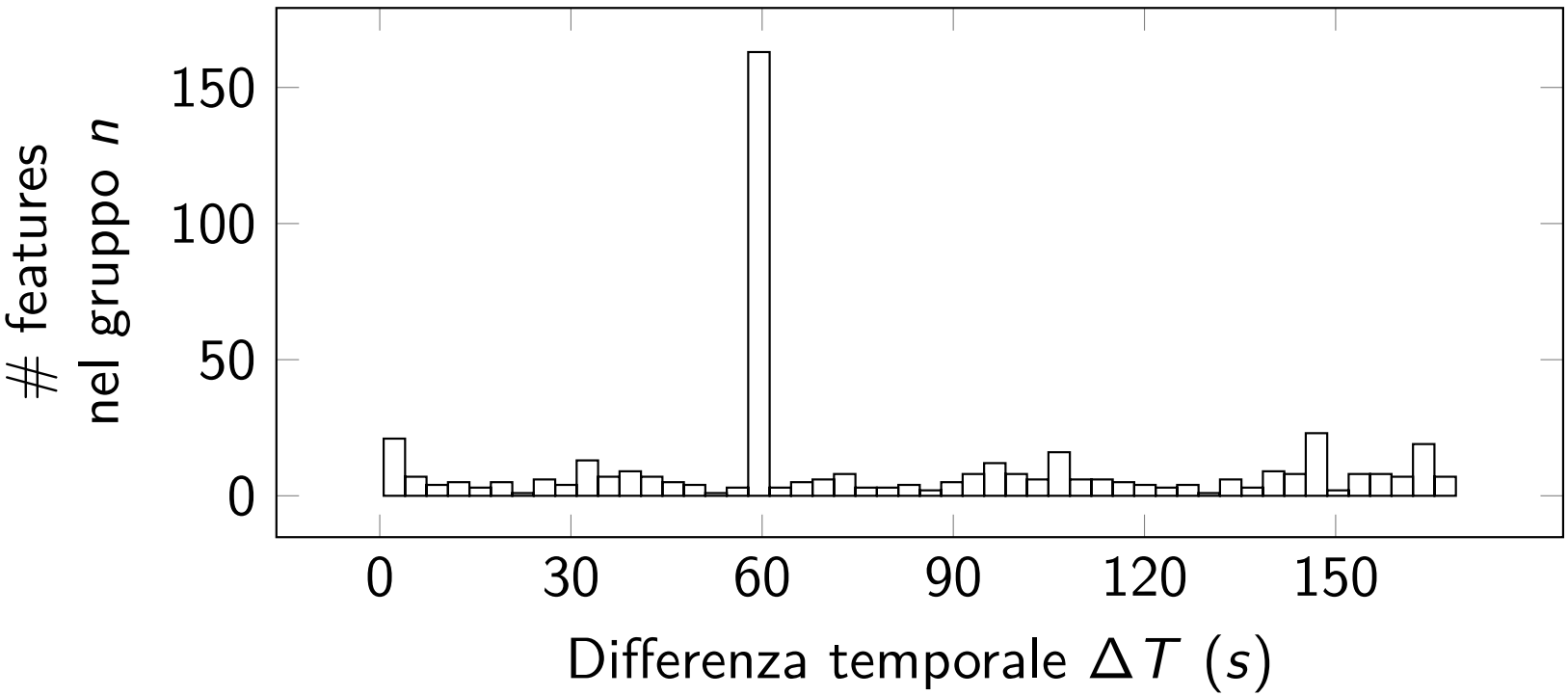
Matching (1)

- Basato su due idee:
  1. $\Delta T \geq 0$ tra features brano originale e registrazione
  2. ΔT costante tra features brano originale e registrazione

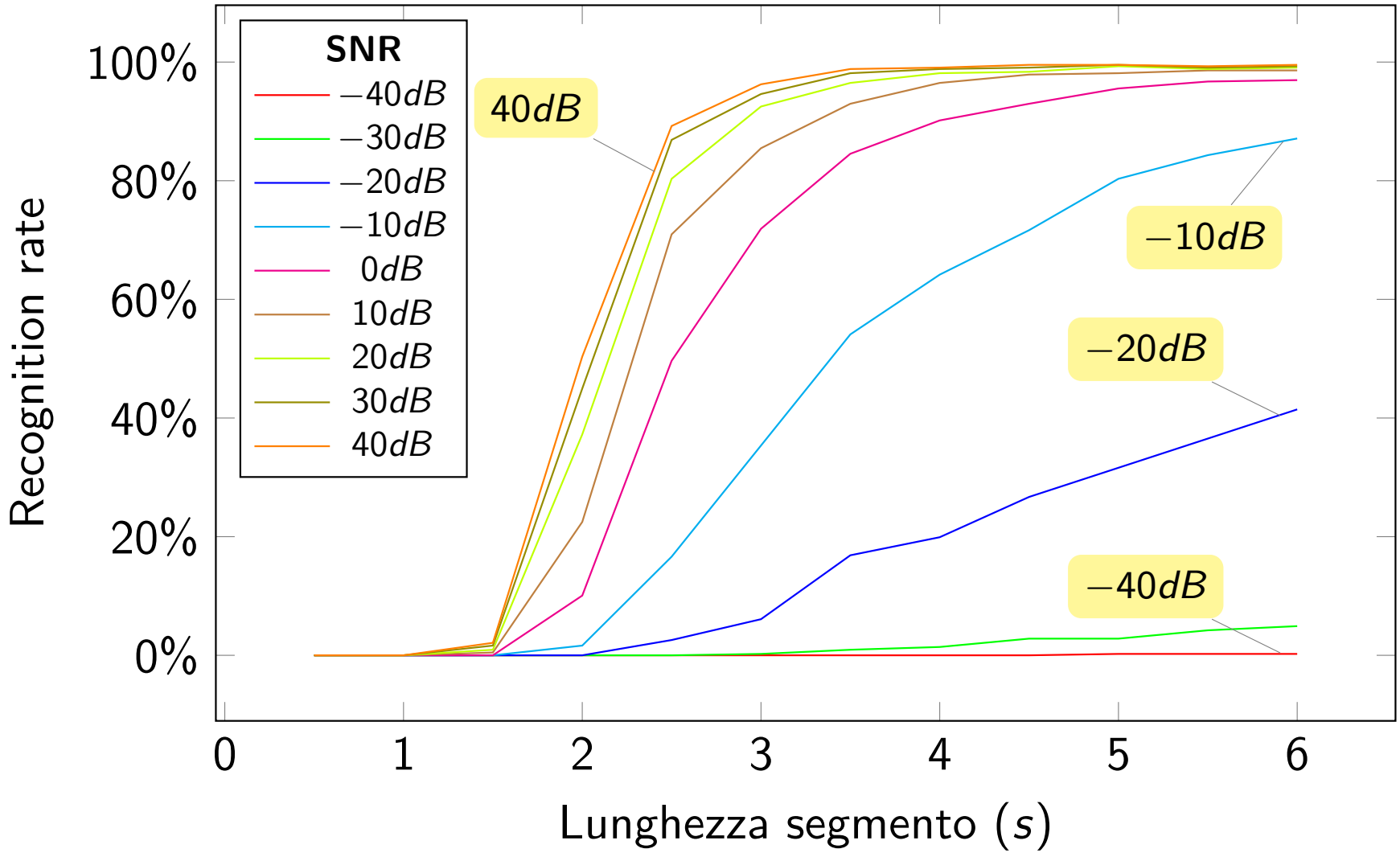


Matching (2)

- Il *matching* consiste quindi nel:
  1. Raggruppare per ΔT e per id brano originale
  2. Ogni gruppo da n features
  3. **Miglior match**: gruppo con n maggiore



Recognition Rate



Applicazioni del Fingerprinting

- **Riconoscimento audio**
  - Audio simili condivideranno molte features
  - Es: *Shazam*, *ACRCloud*
- **Sincronizzazione** di fonti multimediali
  - Più stream provenienti da fonti differenti
  - Es: second screen application
- **Riconoscimento** di eventi
  - Reagire alla presenza di un *marker* audio
  - Es: riconoscimento di trigger in videogiochi

Applicazioni del Fingerprinting

- **Riconoscimento audio**
  - Audio simili condivideranno molte features
  - Es: *Shazam*, *ACRCloud*
- **Sincronizzazione** di fonti multimediali
  - Più stream provenienti da fonti differenti
  - Es: second screen application
- **Riconoscimento** di eventi
  - Reagire alla presenza di un *marker* audio
  - Es: riconoscimento di trigger in videogiochi

Applicazioni del Fingerprinting

- **Riconoscimento audio**
  - Audio simili condivideranno molte features
  - Es: *Shazam*, *ACRCloud*
- **Sincronizzazione** di fonti multimediali
  - Più stream provenienti da fonti differenti
  - Es: second screen application
- **Riconoscimento** di eventi
  - Reagire alla presenza di un *marker* audio
  - Es: riconoscimento di trigger in videogiochi

Conclusioni

- È possibile fare fingerprinting di segnali audio nel browser?
  - **Si**.