

スマートフォンマイクを用いた 歯磨き行動の自動評価に関する研究

J. Korpela, R. Miyaji, T. Maekawa, K. Nozaki, and H.
Tamagawa: Evaluating Tooth Brushing Performance
With Smartphone Sound Data, *Proc. of International
Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous
Computing (UbiComp 2015)*

口腔ケア

* 歯と健康

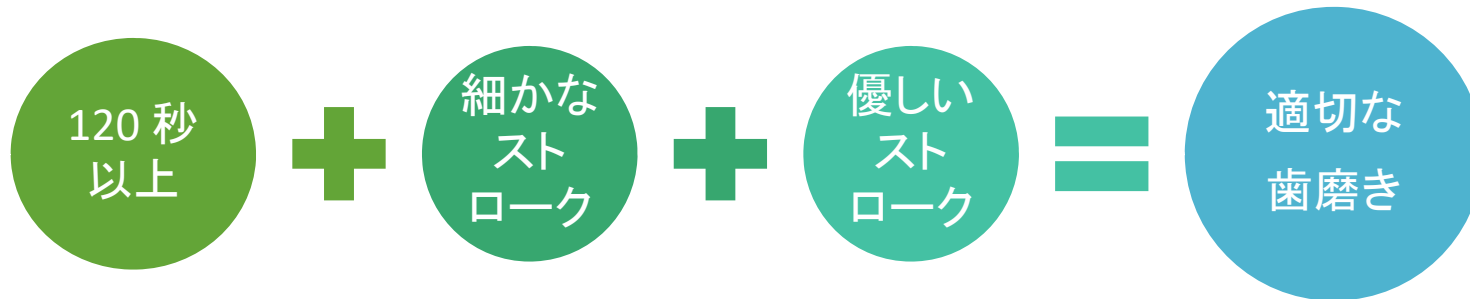
- * 歯はかけがえのないもの
- * 歯の有無と摂取栄養素量には強い相関

* 適切な歯磨きの重要性

- * 歯垢の除去
- * 歯や歯茎へのダメージ



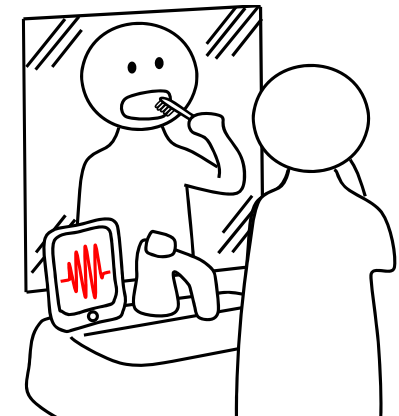
* ほとんどの人が適切な歯磨きが出来ていない



背景と目的

- * 歯磨きセンシングの既存研究
 - * フィードバックを与えることで適切な歯磨き
- * 既存手法は特殊な機材を必要とする
 - * 洗面台の鏡に設置したカメラと歯ブラシに装着したLED
 - * 歯ブラシに装着した加速度センサ
 - * 手首に装着した加速度センサ

音声データのみを用いて歯磨き行動を評価:
誰もが持っているスマートフォンを用いて歯磨きを評価

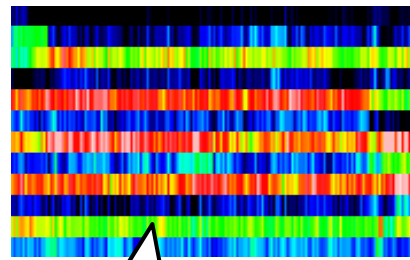


提案手法

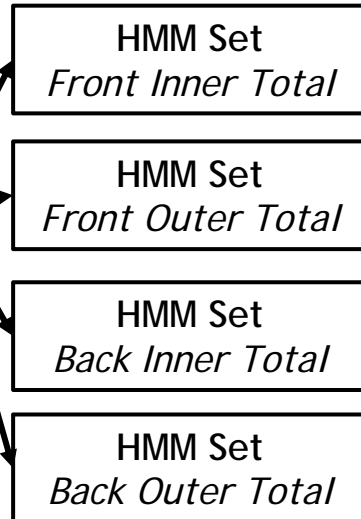
音声データ取得



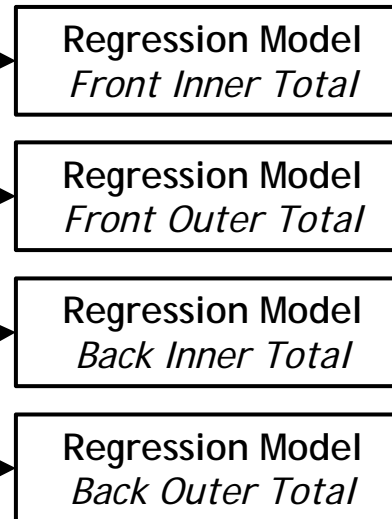
HMMによる音声認識



音声データ
(MFCC特徴)



重回帰分析による
スコア推定



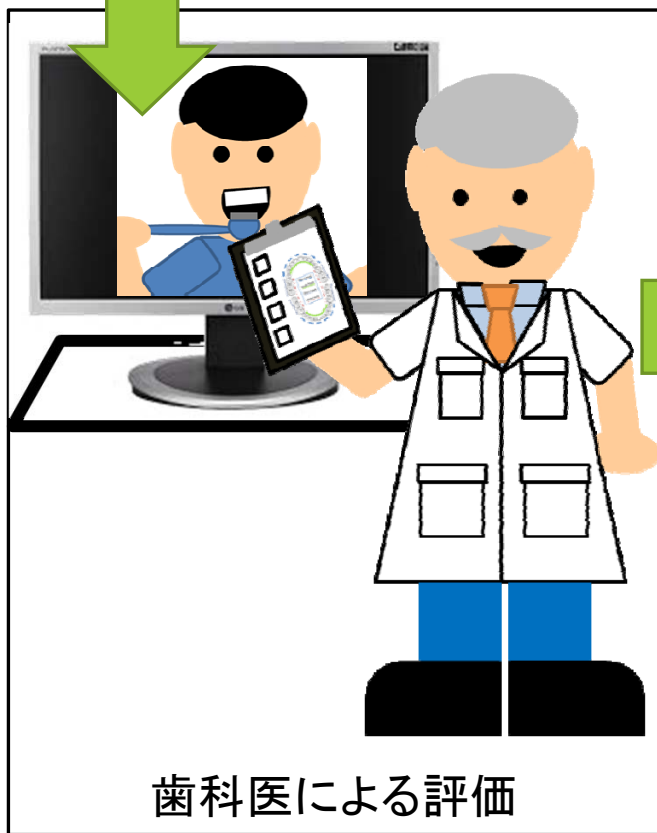
推定結果提示

スコア (0-6)	
Front Inner	4
Front Outer	6
Back Inner	3
Back Outer	4

ビデオを用いた学習データへの採点

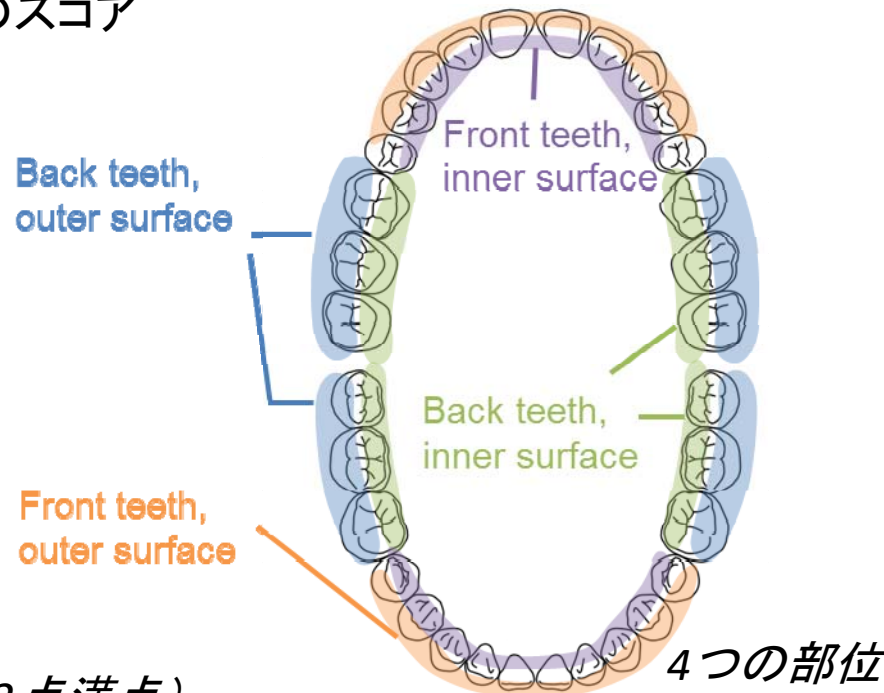


歯磨きの
様子を撮影



歯科医による評価

計12種類のスコア



3つの指標(2点満点)

Coverage: まんべんなく磨けているか?

Stroke: ストロークは適切か?

Duration: 十分な時間磨いているか?

歯磨き音声認識

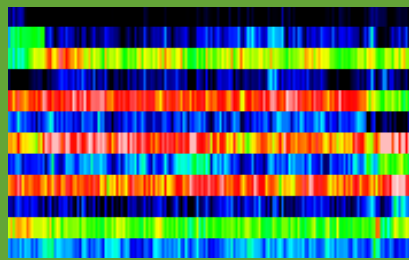
スマート
フォン
音声データ



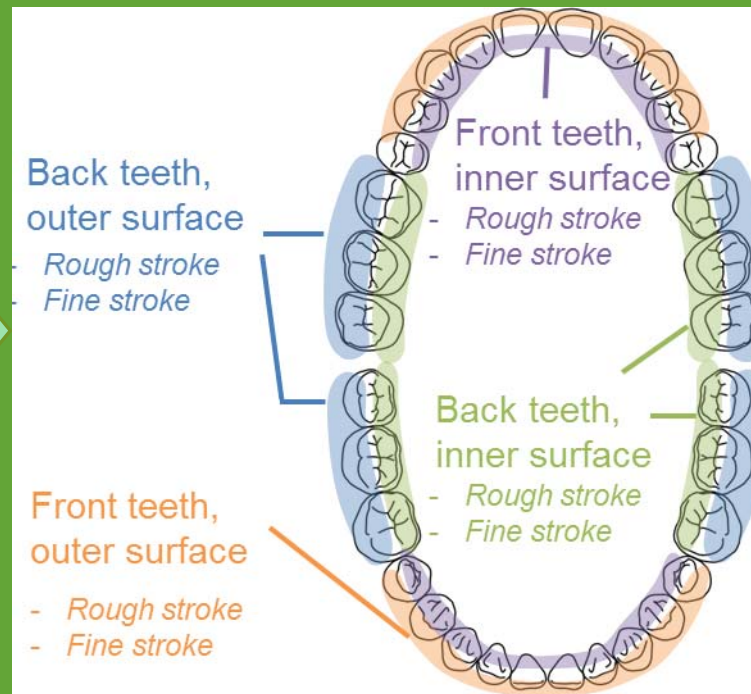
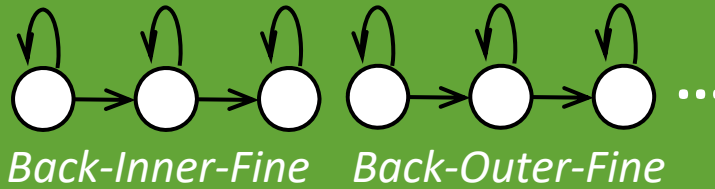
特徴抽出

12次元 MFCC +
Delta + Acceleration

50 ミリ秒窓

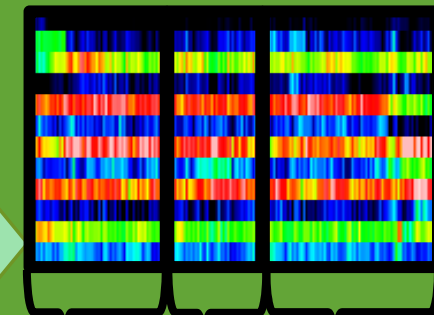


隠れマルコフモデル (7クラス HMM)



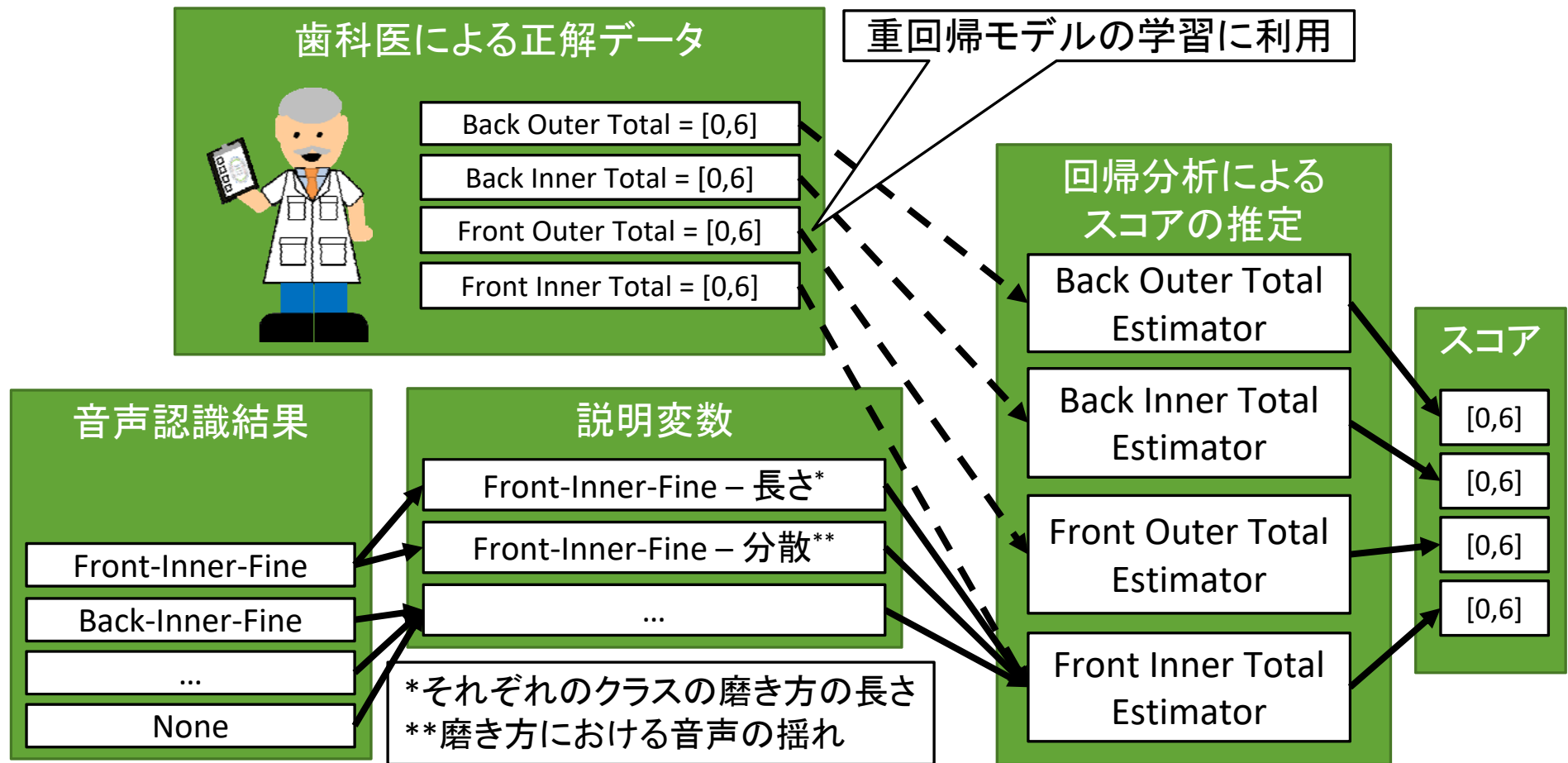
7クラス: 4つの部位ごとにFine/Rough
(細/粗い磨き方), e.g., Back-Outer-Fine

歯磨き音声認識結果
(重回帰モデルへの入力)



Front-Outer-Fine
Back-Outer-Fine
Back-Inner-Fine

スコア推定

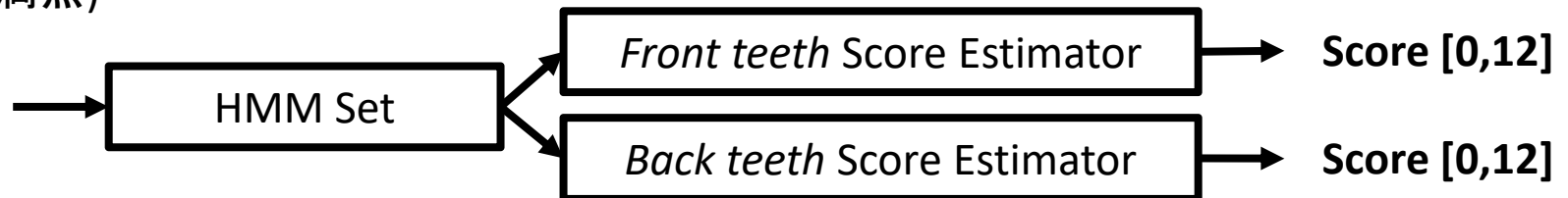


さまざまな採点アーキテクチャ

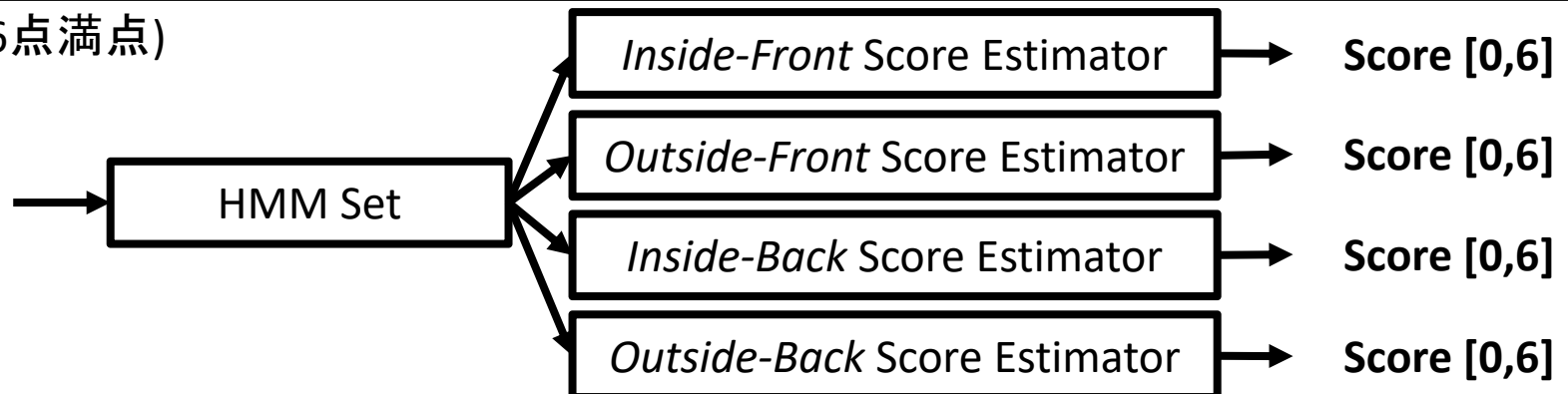
Total (24点満点)



FB (各12点満点)



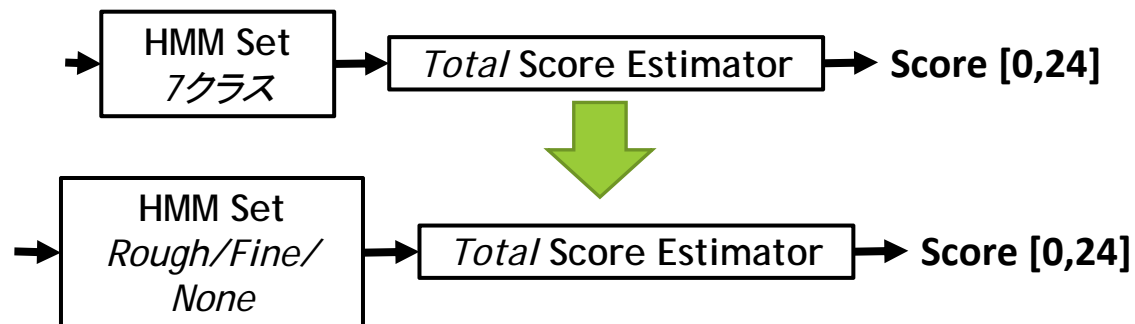
IO x FB (各6点満点)



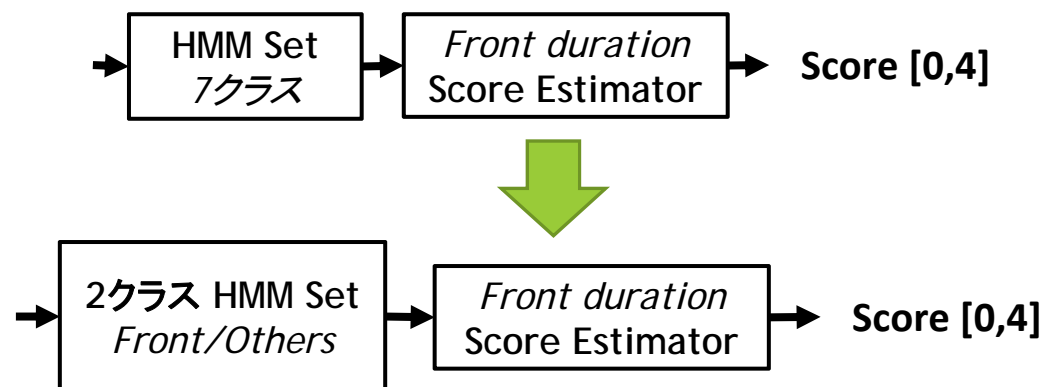
HMM音声認識精度の向上

7クラス分類は困難→アーキテクチャに応じてクラス数を削減

1. スコアの粒度によって必要な分類クラスの粒度も異なる



2. スコアの種類ごとに必要なクラスは異なる



1. 様々な粒度のHMMセットを用意
2. スコアの種類ごとに特化したHMMセットを用意

評価手法

* データセット

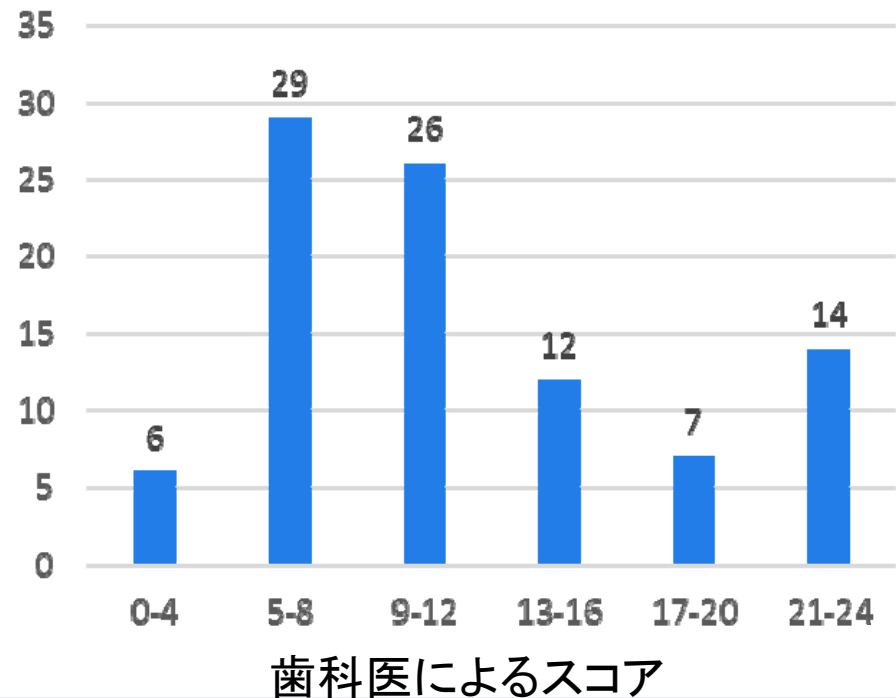
- * 参加者: 14 人
- * 94回の歯磨き
- * 歯磨きの平均長さ: 94 秒

* 環境

- * 参加者の家/研究室内の部屋
- * 自身の歯ブラシ/用意した歯ブラシ

* *leave-one-user-out* 交差検定

スコアの分布



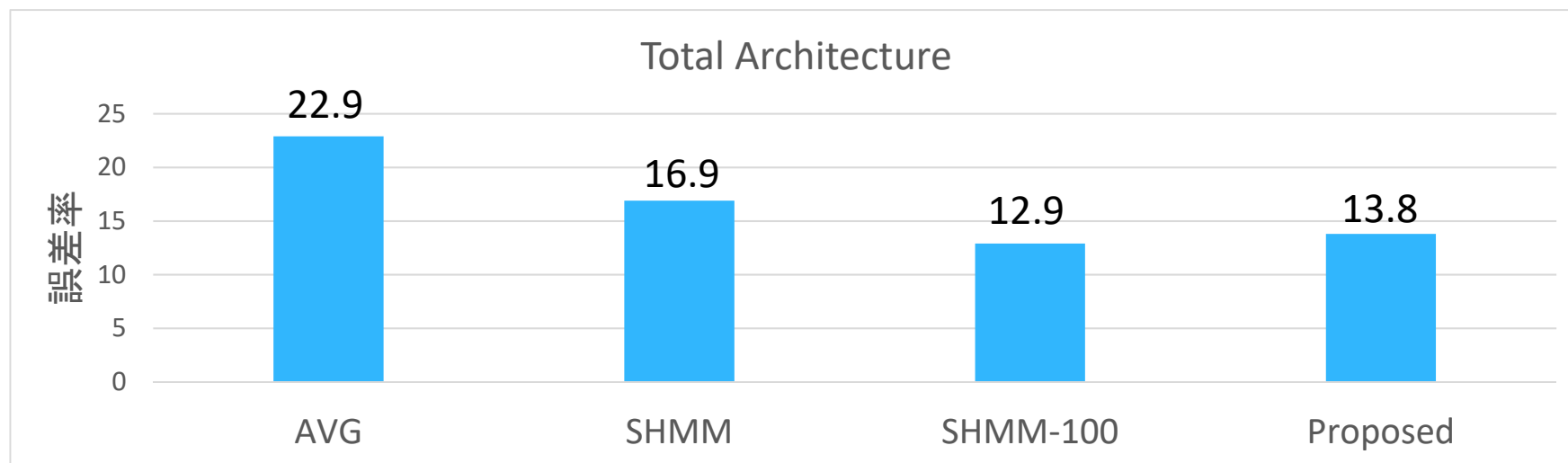
比較手法

1. **Avg**: 最も単純な手法. 学習用ユーザの平均を出力
2. **SHMM**: 7クラス *HMM* の結果のみから重回帰分析
3. **SHMM-100**: 7クラス *HMM* の分類精度が100%のときの結果から重回帰分析
4. **Proposed**: 提案手法. 様々な粒度の*HMM*, スコアの種類ごとに特化した*HMM*を用意

評価結果: *Total* アーキテクチャ

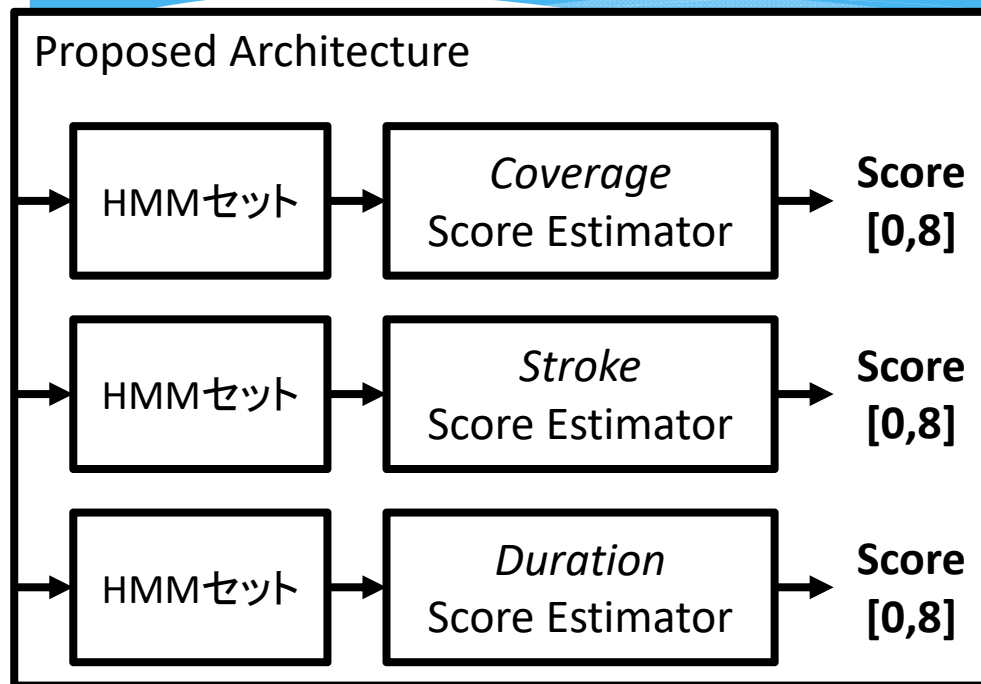


全てのスコアの合計を
出力するアーキテクチャ



*誤差率 = 絶対平均誤差 / スコア最大値

評価結果: CSDアーキテクチャ



3種類のスコア(coverage, stroke, duration)の各部位の合計を出力(8点満点)

