

骨伝導を用いた食感呈示システムにおける 食感再現に向けた咀嚼音の特性分析

加藤 基記[†] 橋本 渉^{††} 佐野 睦夫^{††}

[†] 大阪工業大学大学院情報科学研究科

^{††} 大阪工業大学情報科学部

1. 緒論

人の食感の知覚を複数の感覚情報のクロスモーダル効果を利用した食感の知覚操作をする研究が行われている[1]. 本稿では、骨伝導を用いた食感呈示システムを使用した際の食感再現の向上に向けて、咀嚼音の伝達モデルから呈示する咀嚼音の録音に関する分析および咀嚼音の加工について検討する. 本稿で開発したシステムとして、食品の咀嚼した際に発生する骨導音と振動に着目し、骨伝導ヘッドホンを用いて咀嚼音呈示することで食感呈示するシステムである. 本システムの概要を以下の図1に示す.

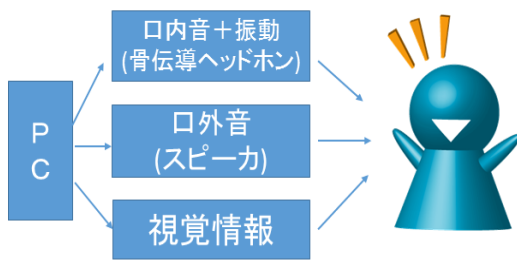


図1. 食感呈示システムの概要

2. 咀嚼音の伝達モデル

咀嚼音呈示による食感再現に向けて、より食感再現度を高めるために咀嚼音の伝達モデルを考慮して咀嚼音の分析を行なう. 咀嚼音の伝達モデルは以下の図2に示す.

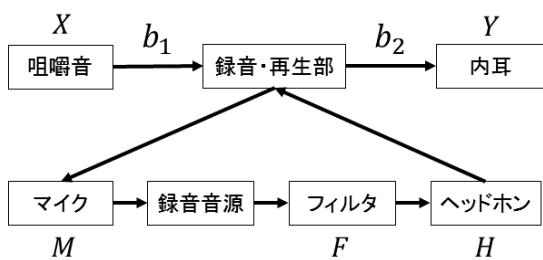


図2. 咀嚼音の伝達モデル

M, Hについて各機材の周波数特性となる. なお、マイクについて同製品を使用すると想定し、マイクの周波数特性Mは一定とする.

3. 咀嚼音の録音に関する評価実験

2種類の骨伝導マイクを用いて咬筋、咽喉、耳で録音した咀嚼音を被験者に聴かせ、実際の咀嚼音に近いと思う音源の比較評価を行い最適な録音機材と録音箇所の調査、および録音した咀嚼音に対して3種類のフィルタを用いて各骨伝導マイクに対する最適なフィルタを調査することを目的とする.

評価実験ではサーストンの一対比較法を用いて比較と分析を行なう. 分析結果は以下の表1に示す.

表1. 評価実験の分析結果

	耳	咬筋部	咽喉部
ECM-TL3 フィルタ①	0.00	1.96	4.81
ECM-TL3 フィルタ②	1.39	1.14	0.00
ECM-TL3 フィルタ③	0.00	2.85	4.81
L.I.H フィルタ①	0.00	1.39	1.14
L.I.H フィルタ②	0.00	2.85	4.81
L.I.H フィルタ③	0.00	0.84	0.80
フィルタ別	フィルタ①	フィルタ②	フィルタ③
	0.00	0.25	0.51

表1のフィルタ①~③について以下の内容である.

フィルタ①:LPF 4.0[kHz] HPF 0.10[kHz]

フィルタ②:LPF 2.0[kHz] HPF 0.10[kHz]

フィルタ③:HPF 1.0[kHz]

分析結果から、最適な録音箇所は耳となり、機材としてL.I.H という結果となった. また咀嚼音に対する最適なフィルタは咀嚼音のノイズを除去するフィルタ①となった.

4. ヘッドホンの周波数特性を考慮した音源の補償

骨伝導ヘッドホンを用いて咀嚼音を呈示する際、ヘッドホンの周波数特性により咀嚼音の一部の周波数帯域で減衰が発生する. そこで、咀嚼音にあらかじめ減衰部分を補償することで実際の咀嚼音に近い咀嚼音の呈示を行えるか評価する. ヘッドホンの減衰の周波数帯域 0.65kHz, 0.90kHz, 1.7kHz, 5.5kHzを増幅した咀嚼音の音源を作成し、原音と補償有りの音源を被験者に聴かせて比較評価を行う. 比較評価結果を以下の表2に示す.

表2. 補償音源の比較評価結果

	煎餅 No.1		煎餅 No.2	
	補償:無	補償:有	補償:無	補償:有
選択率	20.0%	80.0%	10.0%	90.0%

結果により、骨伝導ヘッドホンの周波数特性を考慮した音源の補償が必要である.

5. 結論

本稿では、食感再現に向けて咀嚼音の分析を行った. 結果、咀嚼音の録音に関する分析では最適な録音箇所と機材を確認することが出来た. また、ヘッドホンの周波数特性を考慮した音源の補償が必要であるという結果が得られた.

参考文献

[1] Naoya Koizumi, *et al.*; Chewing Jockey: Augmented Food Texture by using sound based on the cross-modal effect; ACE'11, Article No.21(2011)