

migaco: 歯ブラシ動作計測による幼児対象歯磨き支援

小田川保奈美^{†1} 篠塚咲良^{†1} 市村哲^{†1}

概要：近年、幼児期の生活習慣の確立が難しいことが問題視されている。生活習慣中でも、毎日かかさずに行う習慣の一つとして歯磨きは代表的なものであるといえる。しかし、歯磨きは幼児が自ら率先して行うことが少ないことから、保護者の悩みの一つとなっている。本論文ではスマートフォンの普及に伴い、地磁気センサーを利用して幼児の歯磨きを支援できる migaco を提案する。幼児期の子どもの歯みがきの習慣づけと、子どもと保護者のコミュニケーションのきっかけを作ることが目的である。Android 端末上での web アプリケーションとして開発を行い、端末に搭載されている地磁気センサーが歯ブラシに装着した磁石に反応しカウントを行う歯ブラシ動作計測機能を実装し、評価を行った。評価実験の結果、コミュニケーションの面では高い評価を得たが、機能面の改良を行う必要があることがわかった。

キーワード：地磁気センサー、WEB アプリケーション

migaco : Support for tooth brushing for infants by toothbrush motion measurement

HONAMI ODAGAWA^{†1} SAKURA SHINOTSUKA^{†1} SATOSHI ICHIMURA^{†1}

Abstract: In recent years, it is regarded as difficult to establish lifestyle habits in early childhood. Even during lifestyle practice, it can be said that toothbrush is representative as one of the customs performed everyday. However, Children's brushing is one of parents' bothering as infants do few initiatives themselves. In this paper, along with the popularization of smartphones, we propose *migaco*, which can support children's tooth brushing by using geomagnetic sensor. The aim is to create habits for children's tooth in early childhood and to create opportunities for communication between children and parents. We developed a web application on Android terminal. The geomagnetic sensor installed in the smartphone evaluated a toothbrush motion. As a result of the evaluation, We got a high evaluation in terms of communication, but it turned out that it is necessary to improve the functional aspect.

Keywords : Geomagnetic sensor, Web application

1. はじめに

近年、幼児期の生活習慣の確立が難しいことが問題視されている。その中でも、毎日かかさずに行う習慣の一つとして歯みがきは代表的なものであるといえる。また、歯みがきは幼児が自ら率先して行うことが少ないことから、保護者の悩みの一つとなっている。実際に各家庭において保護者から見た子どもの歯みがきに対する重要度は非常に高い(図 1)。しかし、重要であると考えている保護者の中には、その重要性を理解しながらも、子どもが歯みがきを嫌がることを、ストレスに感じてしまい、子どもに無理やり歯みがきを行ってしまうことが繰り返されてしまう。よって、子どもから見て歯みがきは、「苦痛な行為である」と、植え付けられてしまう可能性がある。

そこで筆者らは、子どもに歯みがきを楽しいものだと感じさせ、保護者と一緒に子どもの歯みがきの習慣づけを手助けするシステム migaco の提案

をする。

評価実験は被験者に実際に migaco を使用してもらい、用意したアンケートに答えてもらった。結果として使用感、カウント機能、親子間のコミュニケーションのきっかけができることに関して評価が高かった。

お様の歯磨きはお子様のために重要だと考えていますか？ (SA, n=516)

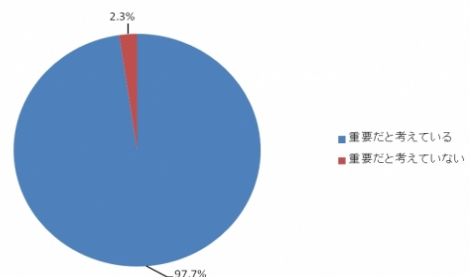


図 1 保護者が考える子どもの歯磨きの重要性(*1)

^{†1} 大妻女子大学

Otsuna Women's University

2. 既存研究

2.1 歯みがき支援ツール

株式会社サンスター開発「G・U・M Play(ガムプレイ)」(*2). 同社が発売している歯ブラシに取り付けるアタッチメントである. アタッチメントに加速度センサーや Bluetooth で連動する専用アプリを使用し歯磨きを行なっている間, ニュースの閲覧やゲームなどができる. バックグラウンドでは行った歯磨きの質を分析し, しっかりと磨けているかなど歯磨きの精度を高めたりすることができるデジタルデバイスである. 本研究と同様に「習慣づけの手助け」という共通点を持つが, 機能が複雑で大人向けであり, 子どもが使用するにはアタッチメントが大きく, また, こまめな充電や電池の交換が必要である.

2.2 ゲーミフィケーション

ゲーミフィケーションは「日常生活の様々な要素をゲームの形にする」という意味の単語「ゲーム化 (Gamefy)」から派生した言葉である. 遊びや競争など, 人を楽しませて熱中させるゲーム要素や考え方を, ゲーム以外の分野でユーザとコミュニケーションに応用していこうという取り組みである(*3). 近年では, 生活習慣が楽しく行えるようなゲーミフィケーションの導入が増加傾向にあると言える.

ゲーミフィケーションを用いた研究例として, 著者らが以前開発した「家事をゲーミフィケーション化する試み〜掃除への適用〜」が挙げられる(*4). この研究は, ゲーミフィケーションを用いて家事をゲーミフィケーション化する試みという研究であり, 家事は毎日のように繰り返し行わなければならない行為であるが, モチベーションを持続させ

ることは多くの人にとって容易ではない. 掃除機に3軸加速度をデバイスに取り付け掃除機の往復運動を PC に送信し処理するようにし, 分析, その結果に基づいてゲーミフィケーションを行うようになっている. ゲーミフィケーションを掃除に取り入れることで, 掃除が楽しくなったという結果が得られた.

3. 提案

本研究では子どもの歯みがきを習慣付けさせることに加えて, 親子間のコミュニケーションの場の提供という2点に要点をおいた. 前述した, 先行商品である G・U・M PLAY を初めとしたそのほかの商品には, 子どもが楽しく歯みがきを習慣的に行うことを目的とし, 尚且つ親子の間で積極的にコミュニケーションをとることが出来る物は存在しないためである.

本研究では Android 端末に搭載されたセンサーの一種である磁気センサーと, 子どもの関心を引くためにキャラクターを複数体用意し, オリジナルムービーを作成した. 主の機能である歯ブラシ動作計測機能で地磁気センサーと磁石を活用することとした. 一般的に地磁気センサーは X 軸 Y 軸 2 軸のものと, X 軸 Y 軸 Z 軸 3 軸のものがある. 各軸に掛かる磁気強度 μ T(マイクロテスラ)の測定値を取得することができるものが多い. 本研究では歯みがきの動作方向を踏まえ3軸を使用することとした.

端末の画面前でネオジウム磁石とキャラクターのシールついた歯ブラシを使って歯みがきをすることで, アプリ画面に動画と, 子ども自身が歯を磨いた回数をカウントし表示させた. これにより, 磨いている実感と, 子どもに歯みがきを楽しいものだ

と感じさせ、毎日の歯みがきの習慣づけを手助けするシステムを提案する。

本システムを名付けるにあたり、システムの用途が伝わりやすく、尚且つ子どもが発音しやすい音として「migaco (ミガコ)」と名付ける。

4. 実装機能

4.1 システム概要

Android 端末上での web アプリケーションとして提案システムの開発を行った。システム開発は JavaScript を用いて行い、システムのテストは実機 Android の FREETEL で行った。本システムを起動すると実験機上で web アプリ開始画面と各機能のボタンが表示される(図 2)。本システムの操作は 3 種の内のいずれかのキャラクターアイコンをタップすることで、選択を最終確認する画面表示ののち、歯みがき支援の画面への切り替えとなる。またページ下部の「ぼくをタッチ」と書かれたボタンからは、各キャラクターのプロフィール画像を一覧することができる画面に切り替えることができる。

キャラクターをタッチ



図 2 web アプリケーション開始画面

4.2 歯ブラシ動作計測機能

子どもの歯ブラシ動作に基づいてカウントを行

う機能であり、本研究の主となるシステムである。地磁気センサーが磁石に反応し値が変化することに着目した。そこで、歯ブラシ動作を取得する方法は子ども用歯ブラシに磁石を装着したものと、Android 端末に搭載された地磁気センサーを用いて実装を行なった。実機の Android 端末の地磁気センサーの方向は、スマートフォンの画面に向かって縦が Y 軸、横が X 軸、奥行きが Z 軸である。磁石はネオジウム磁石と異方性フェライトの2種を用意した。地磁気センサーは XYZ 軸の3方向の値を取得することができるため、各軸方向に沿った磁石の動きによる磁力の値を取得した。一回の往復動作の値の平均値を取ることで、その取得した値の平均値の差を求め、カウントを行い同時に表示される(図 3)。回数を表示することで幼児に磨いているという実感を持ってもらうことが狙いである。

回数17

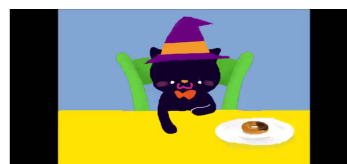


図3 歯ブラシ動作計測機能を視覚化した数値

4.3 動画再生機能

動画再生機能は、音声付きの mp4フォーマットで保存された動画を再生する機能である。

図 3 に表示されている動画再生画面をタップすることで再生でき、もう一度タップすることで停止することが可能である。再生画面上部に歯ブラシ動作計測機能が実行されており、併用して使用することができる。

4.3.1 オリジナルアニメーション

動画再生機能によって再生される動画は、本 web アプリの起動画面に登場したキャラクターを使用したオリジナルアニメーションとなっている。

これは、ユーザである子どもの関心・興味を引くためのもの(*5)であり、動画内では応援コメントや残り時間を提示や、やる気を促すような明るい音楽を流す作りになっている。

4.4 セルフタイマー

セルフタイマーは歯みがきのし過ぎを防ぐため、歯みがき開始から3分後に自動的にページを移行する機能である。これによって過剰な歯みがきを防ぎ、適切な時間内での口腔内ケアが可能となっている。

4.5 褒美機能

褒美機能は、歯みがき終了後にユーザを褒める画像と歯ブラシの合計往復回数が表示される機能である。歯ブラシの往復回数の結果表示と、歯みがきを行ったことを褒め称える画像の表示が可能である。家のアイコン、もしくは画像をタップすることでトップ画面に戻る。



図4 ユーザの歯みがきを称える画面

4.6 キャラクター紹介機能

本システムでは、システム上で使用するキャラクターのプロフィール画像を一覧する画面が実装されている。図5にキャラクター紹介画面を示す。

この画面を左右にスライドするか、あるいは時間経過によって、画像のループ表示が可能である。



図5 キャラクター紹介画面

5. 評価実験

5.1 目的

認識精度を評価するため、歯ブラシ動作計測機能の部分に着目して、以下の実験を行った。

実験1 様々な使用環境を踏まえ、実機と歯ブラシの距離を変更し、歯ブラシ動作計測機能が正常に作動する距離を求める

実験2 認識精度の確認として、地磁気センサーが感知する軸方向と、磁石の装着位置、磁石の個数を変更した場合にどの組み合わせが最適かを調べる

次に以上の実験から得られた結果をもとにシステムに改良を加え、実験3としてシステム全体の評価を得るため、被験者5名に本システムを使用してもらい、アンケートに5段階評価と自由記述で答えてもらった。

5.2 実験方法

5.2.1 実験1

歯ブラシ動作計測機能が正常に作動する、実機 Android と歯ブラシとの距離の差を20cm, 30cm, 40cm, 50cm の4つの距離について計測を行った。その際、計測する軸方向は X 軸, Y 軸, Z 軸の3つの軸を、それぞれ30回ずつ磁石を軸方向に移動させることで、歯ブラシ動作計測機能がカウントを行い表示される回数を調べた。また、使用した磁石は丸型ネオジウム磁石と異方性フェライトの2つである。実験風景を図6で示す。Androidは吸盤タイプの携帯スタンドに装着し固定した。

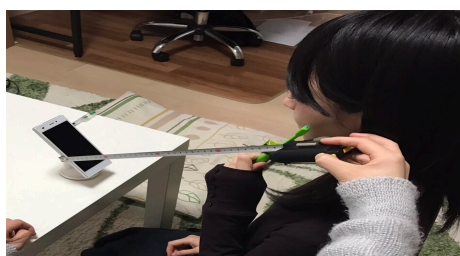


図6 距離を測り動作計測を行う実験風景

5.2.2 実験2

本システムで使用している歯ブラシ動作計測機能において、XYZのそれぞれ1軸ずつ、XYZそれぞれを組み合わせた2軸, 3軸方向を取得した場合のプログラムを用意し、磁石の位置と個数を変更した場合で認識精度に差異が生じるかを検証した。地磁気センサーは実機 Android に搭載されたセンサーを使用し、スマートフォンと歯ブラシの距離は、実験1で最も正常に回数を取得することができた30cmで行った。計測する区間は左奥歯、正面、右奥歯の3つに設定し、各区間30回ずつ磨く動作を10セット行った。歯ブラシに装着する磁石の位置は、磁石の大きさの関係上、異方性フェライトを持ち手の柄の上部、丸形ネオジウム磁石を歯ブ

ラシの柄の下部にマスキングテープで固定した(図7)。



図7 磁石のついた歯ブラシ

左 磁石1つの場合 / 右 磁石2つの場合

5.2.3 実験3

被験者5名にシステムの使用場面と使用方法のシナリオを与え、実際に使用してもらい、本システムの評価してもらった。この実験で使用した使用場面と使用方法のシナリオを図8に、アンケートを図9に示す。本システムの概要と使用方法を説明した後、決められた手順で本システムを体験後、アンケートを記入してもらう方式をとった。アンケートには直感的に答えてもらい、尚且つ数値化できるように、被験者の感想記入欄と5段階評価の項目を設けた。

シナリオ

歯ブラシ動作計測に基づく幼児対象歯みがき支援の研究についての実験とアンケートにご協力お願い致します。当システムは幼児が自分で歯みがきを行う場合を想定して開発されました。アプリは既に起動した状態で用意されており、画面をタップするだけで操作ができるようになっています。指示に従い、歯みがきを行ってください。

実験手順

①好みのキャラクターシールを選び、歯ブラシに貼り付けてください。

- ②画面上の好みのキャラクターを選択 してください。
- ③隣にいる人が指示を出すので、それに従い歯みがきを開始してください。
- ④アンケートに記入してください。

図 8 シナリオと手順

- ◆アンケート
- Q1. 当システムの使用感はいかがでしたか
 (良) 5 4 3 2 1 (悪)
- Q2. 歯ブラシ動作計測機能の使用感はいかがでしたか
 (良) 5 4 3 2 1 (悪)
- Q3. 当システムの有用性はありますか
 (ある) 5 4 3 2 1 (無い)
- Q4. 当システムを使用し、親子がコミュニケーションを取ることができると思いますか
 (思う) 5 4 3 2 1 (思わない)
- Q5. 当システムを使用した感想、意見があれば記入してください

図 9 アンケート

5.3 実験結果

5.3.1 実験1

実験1の結果は、20 cmの場合は、磁力が強すぎるため、歯ブラシ動作計測機能が過剰に反応してしまつた。また、50 cm以上離れた場合は、磁力が届かなかったため、歯ブラシ動作計測機能が反応しなかったと考えることが可能である。したがって、距離の差 30cm が最も歯ブラシ動作計測が実測値と近い数値を計測したため、実験2以降では、距離の差 30cm を採用することとした。各測定距離において、3軸方向に沿って歯ブラシを動かし計測された回数について表1にまとめる。

表 1 実験結果(n=30)

cm \ 軸	X 軸	Y 軸	Z 軸
20	44	49	59
30	33	32	29
40	6	6	3
50	0	0	0

5.3.2 実験 2

1軸のみ実装、2軸、3軸実装した場合にそれぞれ磨く場所を3箇所に分け、これを磁石1個の場合と2個の場合の結果を表2にまとめる。

表 2 実験 2 の結果

磁石1つ				
軸 \ 磨く場所	左奥歯	前歯	右奥歯	認識率
X	22	26	11	65.9%
Y	15	3	18	40.0%
Z	28	25	11	60.0%
XY	17	14	14	50.5%
XZ	24	25	20	76.9%
YZ	16	11	19	51.1%
XYZ	9	12	11	35.6%

磁石2つ				
軸 \ 磨く場所	左奥歯	前歯	右奥歯	認識率
X	24	16	23	70.0%
Y	21	9	15	50.2%
Z	23	17	26	73.4%
XY	22	13	19	60.0%
XZ	23	19	20	60.0%
YZ	24	23	19	73.3%
XYZ	28	25	23	84.4%

5.3.3 実験 3

被験者5名に行ったアンケート結果の評価の点数を表3にまとめる。

表 3 migaco の評価

被験者 \ 設問	Q1	Q2	Q3	Q4
1	4	5	5	5
2	3	2	4	2
3	4	5	5	5
4	5	5	4	5
5	4	5	5	5
平均点	4	4.4	4.6	4.4

また、Q5では以下のような感想と意見を得られた。

良い点

- ・ 新しい感じがして楽しかった
- ・ 回数が増えて面白く、磨いている実感が湧く
- ・ いつもと違って面白かった
- ・ 複雑な操作がないので子どもが操作したがっ

でもやらせやすい

- ・ イラストが可愛かった
- ・ 使いやすく実用性のあるシステムだと思った

悪い点

- ・ タップの回数が多い
- ・ 歯ブラシが重い

意見

- ・ 歯磨きの記録を閲覧できるフィードバック機能が欲しい
 - ・ 動画のバリエーションを増やして欲しい
 - ・ 磨いている間に流せる動画以外に機能が欲しい
- という意見が複数あった。

6. 考察

実験2で数値を計測する際に、磁石が画面と並行または垂直に当たっていないと数値を測定しなかった。理由としては、地磁気センサーが影響を及ぼす範囲が画面の延長線上が最も強く反応すると考えられる。距離のみではなく、画面に向いている磁石の面が大きいほど、距離が離れてもわずかではあるが感知したことから、歯ブラシに装着した磁石の向きも大きく関係していると考察することができた。磁石2個にした場合の計測機能は、磁石1個の時と比べて、数値が全体的に高い値となった。これは、磁石2つ分の磁力が作用したためにえられた結果であると考えられる。また、歯ブラシ動作計測機能は、磁力が大きく関わるため、装着した磁石以外の磁気を感知しないような環境で使用することが好ましい。実験2での今後の課題は、計測の範囲を広げることに加えて、今回は同じ種類の磁石を入手することができなかつたため、どの磁石が一番反応し、正確な値を取得できるのかを模索する必要がある。

実験3のアンケートでは、本研究の主体である歯ブラシの動作計測システムについて、5段階評価のうち4.4点という高評価を得ることができた。スマートフォン画面に数字をカウントしてゆく機能が、幼児期の子どもの興味を引いたことが、この結果につながったと推察される。

使用感が他の項目と比べて低かった理由としても、動画がワンパターンであり、すぐに飽きてしまうことがあげられる。今後改良する点として、歯みがきと連動する動画の作成や、歯みがきをゲーム感覚でできるような機能など、もっと子どもたちを楽しませる機能を開発していきたいと考える。

実用性については4.6点であり、シンプルな設計と見た目のため、簡単に操作が行えたことが好印象の結果につながったと考えられる。しかしながら、子ども自身が操作を行う場合、次の画面や動画の再生といった操作が難しいデザインであった為、保護者からの評価は高かったものの、子どもにとっては継続させづらいデザインとなってしまったと考えられた。

本研究の要点の1つであるQ4に関しては、本研究の目標の一つである親子のコミュニケーションの場の提供は達成していると考えられる。

最後に記述欄についてである。全体的には好印象の意見や感想が多く得ることができた。しかし、主体の計測機能も面白いという感想がある反面、「歯ブラシの磁石が重いため、持ちづらく、磨きにくい。子どもが使用するには少し困難ではないか」という意見が得られた。したがって、今後の課題としては、計測機能の感知する範囲の精度と、磁石の大きさや位置の改善が重要である。システム全体としての改善点は、全体の評価はよく、興

味を持ってもらえたが、日々の歯みがきのデータの保存や、歯みがきのでき具合に応じた報酬制度などの、機能面の充実と動作計測の性能の改良を行っていくことが必須であると考えられた。

また、実際に家庭でシステムを使用する場合、環境や実機の地磁気センサーによって、計測機能が正常に作動しないことが考えられる為、環境と端末に左右されないような安定するシステムへと更に強化する必要がある。

7. まとめ

本研究は、本研究は、歯ブラシ動作計測に基づく幼児対象歯みがき支援の研究として、スマートフォンに搭載されている地磁気センサーに着目して、センサーを活用した動作計測を提案し、Androidを使った開発を行った。開発したシステムで評価実験を行い、アンケート評価を行ったところ、主体である動作計測システムは全体的に良い評価を得ることができた。

本システムの実装では、地磁気センサーと磁石の動きを取るシステムの実装に時間がかかってしまった。しかし、磁石の種類による磁力の違いや、センサーのソースコード等を修正、改良を行い、システムを完成させることができた。

本システムの問題点と展望としては、まず、主体である動作計測機能であるが、数値を計測しても、保存されずに毎回リセットされてしまうため、今後は回数を記録できる日記機能や、幼児がきちんと歯を磨けた場合にキャラクターの着せ替えができるなどの報酬機能を追加してゆくことが必要となる。加えて、子どもが飽きずに習慣づけを行うことを可能にさせ、親子間の会話のきっかけとなるようなシステムの開発に繋がると考える。

今後の展望としては、上記の問題点の解決と機能の追加をはじめ、実験と改良を行い、実際に子どもと保護者が楽しめるシステムとなることを目指して研究開発を行っていききたい。

なお本研究は JSPS 科研費 16K00506 の助成を受けたものです。

8. 参考文献

(*1) ウィステリア製菓株式会社 (2016)「子どもの歯みがきに関する調査」

[Online] <http://www/jiji.com/jc/article?k=000000003.000019240&g=prt>

(*2) サンスター (2016)「G・U・M play」

[Online] <https://www.gumplay.jp/>

(*3) SSMLab

[Online] <http://smmlab.jp/?p=19553>

(*4) 家事をゲーミフィケーション化する試み ~掃除への適用~, 季刊家計経済研究 2016 WINTER No.109 P45~53

(*5) 西川ひろ子 (2010)「乳幼児のキャラクター志向に関する研究」

[Online] <http://lib.jimu.yasuda-u.ac.jp/library/reposit/bulletin/02896494038013.pdf>

(参照2016-07-11)