



おしゃぶりコントローラ

大阪工業大学 情報科学部
特任講師 石井 健太郎

はじめに

乳児の能力を探るために、刺激に対する吸啜動作の変化を計測する研究がなされている。例えば、生後3日までの新生児が母親の声を聞くために吸啜を行う間隔を変化させること(DeCasper and Fifer, 1980)や、生後1ヶ月から3ヶ月までの乳児が母乳の映像を見るために吸啜を行うこと(Kalnins and Bruner, 1973)が報告されている。これらの研究では、おしゃぶりの乳首部を密閉し、その空間の空気圧を測定する機器を用いて吸啜動作を計測している。しかし、空気圧の測定による方法では、外部からの力の加わりかたにかかわらず1つの値しか測定できないことや、測定部を密閉しなければならぬことといった制限がある。また、計測装置が大がかりであり、計測データの記録装置とも有線接続されていたため、実験室実験での利用にしか耐えず、育児に応用することは不可能であった。

本研究では、科学的探求への貢献と産業上の応用の両面を見据えて、従来手法の制限を取り除いた吸啜動作の計測装置であるおしゃぶりコントローラを開発し、応用の可能性を探ることを目的とする。乳首部の複数箇所の測定ができれば、従来手法よりも表現力の高い口の動きの計測が可能である。また、測定部を密閉することによる使用感の変化や大がかりで有線接続が必要といった要因を取り除くことで、より制約の少ない実験が可能であるほか、安全に安定した計測が実現できれば、日常生活での使用へと応用することが期待できる。

おしゃぶりコントローラの実装

既存研究で用いられている吸啜動作の計測手法の制限を取り除くため、反射型フォトインタラプタを利用した吸啜センサを提案・実装した。提案手法では、使用するセンサの数だけ、おしゃぶりの複数箇所の力の加わりかたを個別に測定することができる。また、光学の原理に基づく測定を行うため、測定部を密閉する必要はない。反射型フォトインタラプタは、発光部と受光部を持ち、発光部からの赤外線を受光部で検出する量に応じた出力を行う。このセンサは、通常は、赤外線を反射する物体

の有無・距離を計測することや、黒線のように同一面上の反射率の低い領域を検出することに用いられるが、センサの周囲を綿で包むことによって、疑似的に圧力に応じて出力を行うセンサとして動作させることができる。

また、計測データを外部の装置に無線で送信するため、小型のデータ通信モジュールをセンサ回路とともにおしゃぶりに組み込んだ。図1に、2つの反射型フォトインタラプタからなるセンサ回路を、マイクロコントローラ・データ通信モジュール・バッテリーとともに市販のおしゃぶりに取り付け実装したおしゃぶりコントローラを示す。無線化されたおしゃぶりのセンサ部を指でつまむと、それぞれのセンサが個別に出力を変化させることが確認できる。(主要研究業績1)

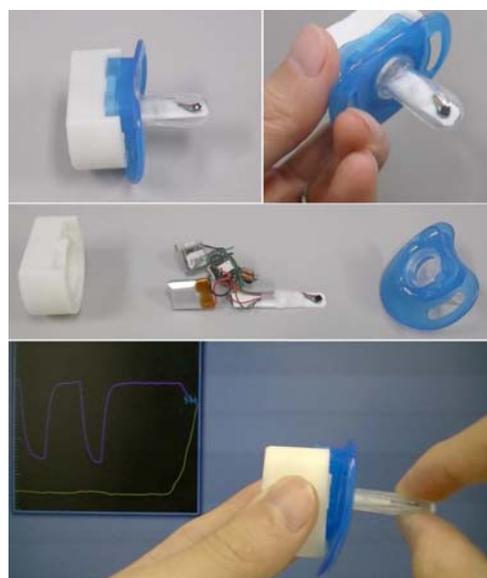


図1 おしゃぶりコントローラの実装

おしゃぶりコントローラの計測による乳児の状態推定

デジタルエコーとの同時計測による検知から、おしゃぶりコントローラの計測が、乳児の吸啜動作をとらえられており、特有の波形として出力できていることを確認した(図2)。また、波形データから、吸啜動作が頻繁に行われる期間(バースト)と、あまり行われない期間(休憩)が繰り返し現れていることがわかった。さらに、心拍・体

温といった睡眠覚醒状態と関係のあるとされる生理指標との検討から、睡眠状態に近づくほど、バースト・休憩のリズムが一定となること、その間隔が徐々に広がることなどが確認され、睡眠状態の推定におしゃぶりデータが利用できそうであることが示唆された。

おしゃぶりは、入眠する際に口から外すのが適切であるが、寝かしつけの道具としても利用されているようにくわえていることで落ち着く効果があり、おしゃぶりを口から引き抜くことで乳児が覚醒してしまうことがある。この研究が完遂されれば、口から引き抜く適切なタイミングを知らせることも可能となると考えられ、産業上の応用としての発展が期待できる。

なお、この過程で、おしゃぶりに加わる圧力は部分ごとに位相差があること、すなわち、同時にすべての箇所に圧力がかかるのではなく、特定の順で圧力が追加されていることがデータで示された。これは、従来手法の1つのセンサ値による計測では不可能であり、本研究で開発したおしゃぶりコントローラによって明らかとなった。(主要研究業績[2])



図2 おしゃぶりコントローラとデジタルエコーによる吸啜動作の同時計測

おしゃぶりコントローラを用いた乳児の認知実験

乳児が自己の行為と視覚刺激の変化との関連性を検出することは、既存研究でも明らかにされてきた。しかし、例えば自己の足映像といった、乳児にとって見慣れた動きが視覚刺激として用いられていた。おしゃぶりコントローラを用いることによって、視覚的に観察することはできずに自己受容感覚のみにより感知できる吸啜動作と、日常的に観察することのない図形の変化との関連性を検出できるかを検証する新たな認知実験が可能となった。

28名の4～5ヶ月児を招き、図3のように、2つの円を視覚刺激として提示した。このうち、1つの円はおしゃぶりコントローラがとらえた乳児の吸啜動作と連動して大きさを変化させており、もう1つの円は実験参加児とは異なる他者の吸啜動作の過去データから同様に大きさの変化を再生したものである。すなわち、一方の図形の変化は自己の吸啜動作と関連性があり、もう一方の図形の変化は関連性がない。

実験の結果、実験参加児は自己の吸啜動作と連動して

いない円を有意に長く注視した。なぜ、連動していない円を長く注視したのかについては、さまざまな可能性が考えられ、断定できる段階ではない。しかし、1つの説明としては、自身では予測可能な関連性のある視覚刺激よりも、予測が困難な関連性がない視覚刺激のほうがより興味を引き付けたことが考えられる。少なくとも2つの円が何か異なるものであることを区別していると考えられる。(主要研究業績[3])

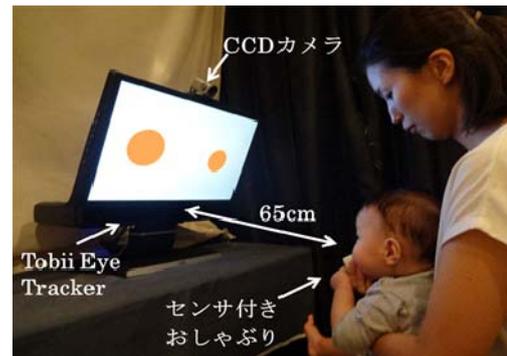


図3 乳児の認知実験の様子

まとめ

乳児が用いるおしゃぶりにセンサを配備し、吸啜動作を計測することが可能なおしゃぶりコントローラを提案した。提案手法は、従来手法の測定上の制限を取り除いたうえで、小型化・無線化にも取り組み、入眠段階における様々な姿勢での計測のように、使用上の制約の低減化も図った。おしゃぶりコントローラによって実施可能となった科学的実験により新たな知見を見出すことができたと同時に、日常生活での使用に向けた応用の可能性も探ることができた。

主要研究業績

- [1] Kentaro Ishii, Masa Ogata, Michita Imai, Kazuo Hiraki. "Infrared-Based Sensing of Infants' Sucking Activity". International Conference on Infant Studies, July 2014.
- [2] Sumiko Kuroishi, Kentaro Ishii, Yoshimi Osugi, Kazuo Hiraki, Masa Ogata, Emi Itako, Nana Tsunoda. "Rhythms and Patterns of Non-nutritive Sucking of 3 to 7 Month-Old Infants Measured by a Digital Pacifier". International Conference on Infant Studies, May 2016.
- [3] Miki Sakabe, Kentaro Ishii, Kazuo Hiraki. "Does Proprioception Affect Contingency Detection in Early Infants? : A Study using a Digital Pacifier". Budapest CEU Conference on Cognitive Development, Jan 2015.