軟らかくてよく弾むセンサ内蔵ボールの開発

佐藤 俊樹 *

概要. 本研究では、ドッジボール等の球技の拡張に用いることが可能な軟らかくてよく弾むセンサ内蔵ボールを提案する。ボールはボール外皮、内皮、センサユニット、センサコア及び固定用バルーンから成り、各種センサが格納されたセンサコアは、コア上に埋め込まれた固定用バルーンによりボール中心に柔らかく固定される。これにより、ボールの軟らかさと弾力性を維持しつつ、落下時の衝撃や外からの加重に対して高い耐久性を持つセンサ内蔵ボールを実現することが可能になる。本論文ではこれらの機構と実際に開発したプロトタイプについて述べ、現時点の課題と今後の展望について述べる。

1 はじめに

近年デジタル技術を用いたスポーツ拡張に注目が集まっている。従来のスポーツに各種センサや無線技術を組み合わせることで既存スポーツのルール拡張や全く新しいスポーツやエクササイズ、身体的要素を用いたゲームの創造が活発に行われるようになってきた。スポーツ拡張技術の中でも、特にボールの拡張はこれまで最も活発に行われてきており、企業の製品やコンセプトモデルを含め様々なセンサ内蔵ボールが存在する [1][3]。

実際にスポーツやエクササイズ、遊戯で実用可能なセンサボールを開発するためにはいくつかの技術的課題がある。まず、内蔵するセンサやマイコン等がボールに加わる強い衝撃で壊れないようにする必要がある。次に、センサ等を内蔵することでボールが必要以上に重くなったり、弾まなくなったりすることも避けなければならない。また、内蔵するデバイスによる重心の偏りや、形状の変形も抑えなければならない。そこで本研究では、これらの問題を考慮した新しいセンサ内蔵ボールを提案する。

1.1 提案と実装

本研究では図 1 のようなバルーン機構を用いたセンサ内蔵ボールを開発した。この機構の大きな特徴は、固定機構が軽量であること、衝撃や加重に対する耐久性が高いことである。さらにボール内の空気による弾力性を損なわず、安価に実現可能であることも挙げられる。以下では、実際に開発したプロトタイプシステムについて述べながら本機構の詳細を説明し、最後に今後の展望について述べる。

1.2 ハードウェア

提案するボールは、ボール外皮、ボール内皮、センサコア、コア固定用バルーン、及びセンサユニットから成る。センサユニットが格納されるセンサコアには、4 つの固定用バルーンユニットが固定されている (図 2(右))。バルーンユニットはコア上に均等に分散配置されており、これらに均等に圧縮空気を送り込むことで膨らまし、ボール中心にコアを固定する。これと同時に、一般的な空気式ボールと同様に、コアを包むボールの内皮にも空気を送り込みボール全体を膨らませる。

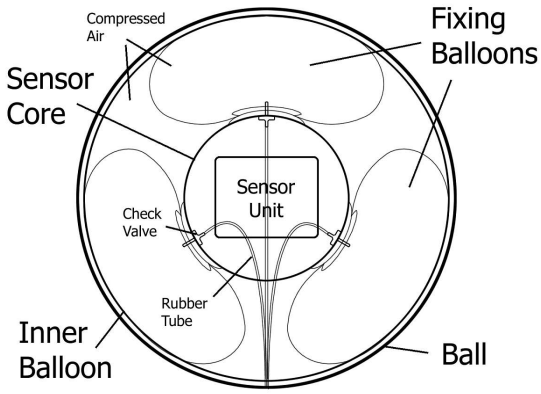

図 1. ボール内機構

開発したプロトタイプボールを図 2(左) に示す。今回のプロトタイプ実装においては、外皮として 7 インチの無色透明ゴムボール、内皮として 16 インチの風船、コア固定用バルーンとして 9 インチの風船を用いた。また、センサコアは 3D プリンタを用いて ABS 樹脂製で作成した。固定用バルーンに空気を入れるためには、それぞれのバルーンに接続した逆支弁付きのチューブを用いた。このチューブは、コア内部を通り内皮用バルーンの口に集中させ、内皮用バルーンと同時に空気を送り込めるようにした。プロトタイプシステムでは入手製、加工性を考慮し市販の風船を用いたが、ボールのバウンド、壁への投げつけ等による衝撃を加えても割れることは無く、

Copyright is held by the author(s).

* 電気通信大学

内蔵しているセンサが壊れることもなかった。また弾み方も一般的なゴムボールとほぼ同等であった。外皮にはコアを収納する際の切れ込みを入れる必要があったが、内皮さえ閉じられていれば、ビニールテープ等での簡単な切れ込みの補強のみで投げて遊ぶだけの十分な強度が得られた。

図 2. プロトタイプボール (左) 及びコア (右)

1.3 内蔵センサユニット

これらの詳細な構成を図 1 に示す。次に、ボールに内蔵するセンサユニットの開発を行った。センサユニットはマイクロコントローラ、無線モジュール、センサ及びバッテリから構成される (図 3)。今回の実装では、マイクロコントローラ及び無線モジュールにケイツー電子製 WCU-C2543 μ を用いた。またセンサは加速度センサ (ADXL345)、ジャイロセンサ (ITG3200) に加え、圧力センサ (MPL115A2) も内蔵した。提案ボールはセンサが完全に密閉されているため、圧力センサを搭載することでボール内の空気圧の変化を測定可能である。これにより加速度センサでは計測が困難なボールに加わる強い衝撃を検出したり、ボールを「触る」・「握る」等のボールに外力を加える要素を持つプレイヤーの身体動作を検出することも可能になると思われる。これらのボール内センサを用いた検出技術の開発については引き続き行っていく予定である。

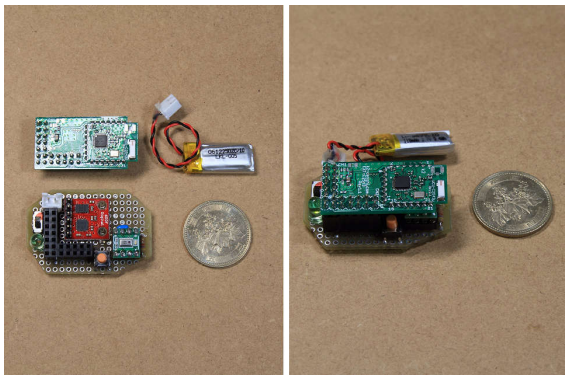

図 3. センサユニット (右) とその構成 (左)

2 課題と展望

現時点の課題としては、衝撃によりコアが中心から若干ずれてしまう問題がある。そこでコアと固定用バルーンをより強く固定できるような固定方法を開発したいと考えている。次に、コアをボール中心に固定するためには、固定用バルーンの大きさを均一にする必要があり、また固定用バルーンの空気圧が高過ぎるとボールが変形してしまう。しかし現在は固定用バルーンに逆止弁を装着しているため空気の調節が困難であるという問題がある。そこでバルーンの空気圧調節を容易にするためのバルブ機構の開発も行いたいと考えている。またバルーンの形状や素材についても実験、調査を行い、より適したものに改良していきたいと考えている。

今後の展望としては、実際に実用し改良及び性能の評価を行うと同時に、ボールを用いたスポーツ格調技術についても開発を行いたいと考えている。

3 関連研究

センサ内蔵ボール研究の代表的なものとして、児玉らの跳ね星がある [2]。跳ね星はセンサ類を透明ゴムで覆うことで保護しているが、ゴム層が厚くなるとボール自体が重くなるという欠点がある。次に、センサ内蔵のトレーニング用バスケットボール 94Fifty[3] が開発されている。94Fifty では、センサモジュールは非常に小型でありバルブ部分に装着されているが、加速度センサ等がボール回転時に発生する遠心力の影響を受けるため、センサはボール中心に位置した方が理想的と考える。また、Adidas の Smart Ball[1] のように柔軟性のある紐 (タイ) 状構造物を用いた固定方法も存在する。本研究で用いているコア装着式バルーンを用いた手法は、ボールの中心にセンサを固定するより安価で容易な手法であり、ボール内蔵センサ開発のためのプロトタイピングにも適していると考えている。最も手軽な手法として発砲ウレタン製ボールを切り開いてセンサを内臓する手法もあるが、空気式のボールと比較して弾力性に劣り、重さや手触りも独特であるという問題がある。

参考文献

[1] addidas. addidas Smart Ball, May 2013.

[2] O. Izuta, J. Nakamura, T. Sato, S. Kodama, H. Koike, K. Fukuchi, K. Shibasaki, and H. Mamiya. Digital sports using the "Bouncing Star" rubber ball comprising IR and full-color LEDs and an acceleration sensor. In *ACM SIGGRAPH 2008 new tech demos*, SIGGRAPH '08, pp. 13:1–13:1, New York, NY, USA, 2008. ACM.

[3] I. S. Technologies. 94Fifty Basketball, March 2013.