

アメリカンフットボールにおけるハドルの時間短縮のための プレーコール支援システム

2018SC094 海野暢生 2018SC076 大矢海世

指導教員：野田聡人

1 はじめに

本研究の目的は、アメリカンフットボール（アメフト）におけるサイン伝達の時間短縮を可能にするシステムを作ることである。サイン伝達を時間短縮することで試合中の反則が減ることに繋がる。また、サイン伝達の方法を変えることでサイン伝達に関与する人員削減を実現させる。サイン伝達の人員削減をすることで、チームの人数に関係なく同じ質のサイン伝達を行うことができる。

スポーツにおいて、サイン伝達は様々な方法がある。野球では、捕手が股下から指の動作でサインを出し、投手に球種とコースを伝える。また、バレーボールでは、サーブをする前にセッターが指でサインを出しフォーメーションや攻め方を伝えるなど、サイン伝達はチームスポーツにおいて勝敗に関わる重要な役割を果たしている。そのため、サイン伝達はスムーズかつ正確に行う必要がある。サイン伝達スピードを上げることで、試合を行うプレーヤー一人一人が自分の役割を理解する時間が与えられ、プレーの質が上がる。

その中で、本研究ではアメフトのオフェンスにおけるサイン伝達の時間短縮に着目した。アメフトはサイン伝達が遅いことによって、作戦に障害が発生し、試合に負けてしまうケースもある。

そこで、アメフトにおけるサイン伝達を正確かつスムーズなサイン伝達を行うことができる環境を作ることで、サイン伝達における人員削減とサイン伝達における反則をなくす。

2 アメフトにおけるサイン伝達の重要性

アメフトとは図1のようなフィールドで陣地を争うゲームであり、オフェンス、ディフェンスともに11人の選手から構成される。

ボールを持ってオフェンスはタッチダウンまたはフィールド・ゴールと呼ばれるキックによる得点を目指して、相手陣地の最後にあるゴールラインの向こうのエンドゾーンめざしてあらゆる手段、主にパスまたはランを使って前に進もうとする。対するディフェンスは、相手の作戦を読み、少しでも相手をエンドゾーンから遠ざけようとする。オフェンス、ディフェンス共に1プレイ終わるごとに応じてコート内で次の作戦を立てプレーを遂行する。

2.1 試合の流れ

本研究では、アメフトにおける作戦会議（ハドル）の時間短縮に着目した。

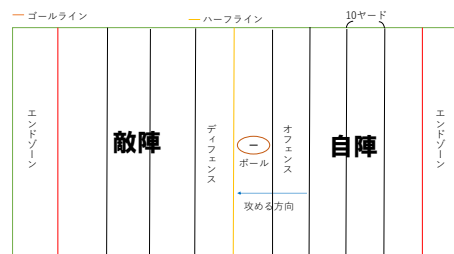


図1 アメフトグラウンド図

アメフトは、オフェンス、ディフェンス、キックの形態にわかれており、主に形態事に別の選手が担当している。

試合の流れとしては、キック→オフェンス→キック→ディフェンス→キック→オフェンスのようにオフェンスとディフェンスの間にキックが存在する。自陣35ヤード地点（エンドゾーンからのヤード数）から相手陣地に向かってボールをキックオフし、レシーブした選手（リターナー）がタックルされた地点から、レシーブ側が最初の攻撃を始める。攻撃をする、オフェンスは「ハドル」をし、チームが持つランプレーやパスプレーをするかを決める。決め終わったら、それぞれのポジションのセット位置につき、決めたプレーを遂行する。1プレイが終了すると、もう一度選手が集まって「ハドル」をして次のプレーを決め、各選手に伝達する。「ハドル」をスムーズに行うために、コーディネーターチームが存在し、フィールドを俯瞰的に見ることができる位置から無線機を用いてベンチメンバーに数字を用いて暗号化されたサインを伝え、ベンチメンバーが暗号を見せ、フィールド内選手に伝えることである。

2.2 サイン伝達とハドルの関係性

「ハドル」は図2のように構成されている。

本研究では、ハドルの中でサイン伝達部分の時間短縮を図ることで、ハドルの時間短縮かつ有効プレー抽出に時間の確保を実現させる。

オフェンスのサインが送られる流れとしては、コートを俯瞰できるコーディネーターとフィールドサイドラインのコーチが無線機で繋がっている。無線機を通じて伝達がいき、暗号化した数字パネルなどをフィールドサイドラインで表示してフィールド内の選手に伝えられる。

プレーコールの種類は、基本的に体型（フォーメーション）、ラン、パスに分かれておりそれぞれ数種類から何十種類あるので組み合わせが100種類以上になる。それらを数字や記号を用いて暗号化し敵チームに意味を悟られないよ

うにコート内の味方にプレーコールを伝達しなければならない。

選手へのプレーコールの伝達が早いほど、相手のディフェンスが準備する前に攻撃を開始できたり、時間を上手く使いディフェンスを攪乱できたりし、プレーの幅が広がりより強いオフェンスが出来る。

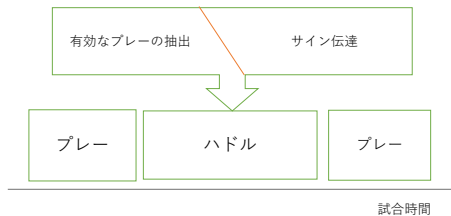


図2 ハドルにおけるサイン伝達の部分を時間短縮する

2.3 サイン伝達とタイムコントロールの関係性

アメフトは1プレー終了時から、次のプレーを始めるまでに、制限時間がある。

まず、アメフトにはゲームクロックと呼ばれる試合全体の時計とは別に [2] プレックロックと呼ばれる次のプレーまでの時間を計る時計がある。

プレックロックは、2パターンあり40秒または25秒からプレーが終わったときから審判の指示で時計が動き始める。コートの中でプレーが終わった場合40秒、外でプレーが終わったときは25秒のカウントダウンで開始する。例外として、パス失敗したとき、外に出てプレーが終わったとき、ターンオーバーが起きたとき、キックのとき、攻守交代のとき、タイムアウトのときなどは25秒からの再開となる。

これらの秒数を超えるとディレイオブゲームという反則が取られ5ヤードのペナルティが課される。これは、非常にオフェンスとしてはもったいないことであり、良い流れが止まってしまう事もある。

ディレイオブゲームを防ぐために、プレーコールの伝達を速めることは非常に重要なことである。

2.4 日本アメフト業界の現状

最近のアメフトでは、通信機器がよく用いられる。通信技術が発達していく中で、アメフトに使用される機器も変わってきた。

NFL (National Football League) では、フィールド内の選手の1人にヘルメットに無線機が搭載されている。この無線機は、コーチ陣からの一方通行の通信のみとなっており、コーチから無線機をつけた選手にサインを伝達し、無線機をつけた選手が口頭でフィールド内の選手にサインを伝える。

しかし、日本の社会人リーグであるXリーグのルールで

はアメリカンフットボール公式規則・公式規則解説書の第一部第一編第4章第10条より、選手の通信装置を装備することが禁止されている [1]。通信装置の装着していることが試合中発覚した場合、15ヤードのペナルティと退場処分であるのでヘルメットやショルダーなどに通信機器を装備しての何らかの実験や検証は行うことができないことからコート外で時間短縮を図る必要がある。

2.5 サイン伝達の秘密性

アメフトは、情報のスポーツであり、サインが外部に漏れしてしまうことはあってはならないことである。

アメフトは、対戦相手の過去の試合を分析し、試合ごとにオフェンス、ディフェンスとも対戦相手に有効なプレーを準備していく。そのため、サインがばれてしまうと試合が不利になり、負ける可能性が高まってしまう。

日本アメフトのサイン伝達はアメリカのサイン伝達とは違い、フィールド内の選手が無線機を用いてサイン伝達を行う事はできない。そのため、ジェスチャーや色や番号をプレーごとに割り振りフィールドのサイドラインから見せることでフィールド内の選手に伝えることでサイン秘匿性を高めている。

3 SA3S(Speak Audio Sign Support System) の実装方法

アメフトによるサイン伝達支援システムであるSA3S(Speak Audio Sign Support System) を図3のように実装することでサイン伝達における人員削減と時間短縮を実現させる。

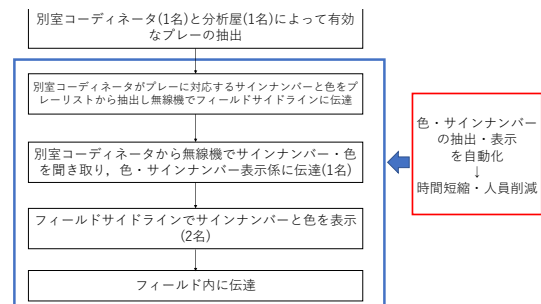


図3 SA3Sがサイン伝達において支援する部分

3.1 SA3Sにおけるプレーリストの仕組み

図4の流れで、SA3Sを実装することにした。

サイン伝達をする際、プレーリストが必要になる。SA3Sを実装するためにプレーリストをexcelで作成する。

プレーリストにはプレー名の横にプレーに対応したサインナンバーを色ごとに分けて書き込んだ。また、excelファイルを読み込み、サイン名からサインナンバーの抽出を行うために、PythonスクリプトによるExcelファイルに対する操作の実装を容易にするライブラリOpenPyXLを使用する [3]。

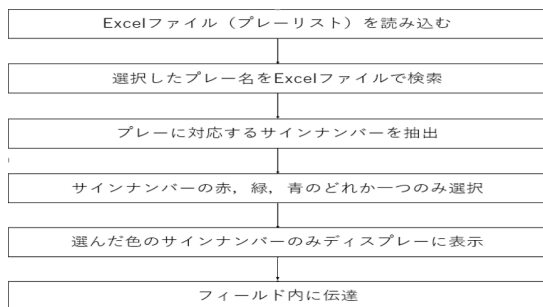


図4 SA3S 実装方法

3.2 サインナンバーの秘匿性の強化

2.5 より、SA3S においてもサインの秘匿性を高めなければならない。

サイン伝達において、サインナンバーを抽出する際、コーディネーターがプレーリストからプレーを選択し、赤、緑、青のサインナンバーからどれか一つをランダムに選んでいた。

SA3S では random モジュールを用いて、サインナンバーの秘匿性を高めた。random モジュールを用いることで、一つのプレーに対して、同じ色と数字が出続けることがないようにシステムを構築した。また、サインナンバーを選ぶという行程がなくなり、サイン伝達においてコーディネーターの負担が減ったと言える。

3.3 SA3S におけるプレーの入力方法

本研究では、Speech Recognition というライブラリを使用し、音声でプレーを入力していく [4]。

音声入力を用いる理由として、プレー名の文字数が多くなってしまうと、タイピングに時間がかかってしまうというデメリットが生じてしまう。また、サイン伝達の時間短縮を図るという観点から、タイピング速度によってサイン伝達の所要時間に影響が出るという課題点が生まれる。

そのため、音声入力を行うことで、誰がサイン伝達支援システムを使用しても、サイン伝達の時間短縮が可能になると考えた。

3.4 SA3S における音声入力課題と解決策

音声入力で検索を行う方法について説明する。

音声入力でプレー名を発声する際、チーム内で通常使用する通りの略称を用いる。アメフトはプレーによって正式名称が長く、プレー名を間違えてしまうことや、音声入力の際に言いづらく聞き取ることができないというストレスが生じる。そのため、通常通りの略称を用いることで、ストレスが生じることなく、スムーズにサイン伝達が可能になる。

しかし、アメフトのプレーの略式名称は、一般的に通じる言葉ではないため、音声入力の際に、誤認識されてしまう。例えば、「strong speed option」というプレーを音声検索するとき、「ストスピオブ」という略称名で音声入力を

行う。「ストスピオブ」という言葉は、アメフト独特の言葉は Speech Recognition で正しく音声入力されない。そのため、「dispute」や「sociopath」といった単語として認識されてしまい、サイン伝達ができないという課題点が生じる。そのため、図5のような音声対応表を用いて、誤認識された単語から、発声したプレー名をルックアップテーブル方式で復元する。

音声認識された結果	実際にコールされるプレー
dispute	strong speed op
speed up	strong speed op
don't spit up	strong speed op
sociopath	strong speed op
stop spit up	strong speed op
top speed up	strong speed op
to speed up	strong speed op
Tokyo	strong speed op

図5 音声対応表

4 SA3S の性能評価

現在、従来のサイン伝達方法と、SA3S を用いた時のサイン伝達方法によるサイン伝達にかかる時間を比較し、課題であるサイン伝達時間の短縮を実現できているか検証する。また、音声入力からプレーに対応したサインナンバーが正しく表示されているかによる、サイン伝達支援システムの正確性評価と、random モジュールを用いて、サインナンバー赤、緑、青が均等に表示されているか、サインナンバーの秘匿性評価を行う。

4.1 サイン伝達時間の評価方法

今回の実験において伝達するサインは「st speed op」, 「st OSZ」, 「st trap」とする。被験者はSA3S に対してプレー名を発声する人である。被験者には伝達するサイン内容を伝えた状態からサイン伝達を始める。従来のサイン伝達方法では数字パネルの操作とサインリストからサインを探す人の2名でサインナンバーを探すところから、数字パネルで表示させるまでとし、SA3S では、1名でプログラム実行からディスプレイにサインナンバーを表示させるまでとする。

4.2 サイン伝達時間の評価結果

4.1 の実験方法に基づき、実験を行った結果を表1に示す。実験結果より従来のサイン伝達方法を用いた時、サイ

表1 従来のサイン伝達方法と SA3S によるサイン伝達にかかる時間の比較

プレー名	st speed op	st OSZ	st trap
時間 (単位 : s)			
従来のサイン伝達	19.85	24.23	19.46
SA3S	6.51	5.72	6.76

ンナンバーを表示させるまでにかかった平均時間は 21.18s である。SA3S を用いた時、サインナンバーを表示させる

までにかかった平均時間は 6.33s であった。

課題の時間がかかるという面において改善できているといえる。また、人員も 1 名でサインナンバーの表示まで行えることから、サイン伝達のための人員削減もできた。

4.3 SA3S の正確性の評価方法

SA3S の正確性の評価を行う。2021 年の南山大学アメフト部においてサイン伝達ミスの割合を表 2 に示す。「SA3S が正確である」の定義は表 2 より、サイン伝達ミスの割合を 7.96 パーセントであるため、正解率が 92.04 パーセント以上の時を、「SA3S が正確である」という。

プレーリストに記されている全てのプレーを、SA3S を用いて 1 プレーにつき 100 回ずつサインナンバーの表示を行う。1 プレーにつき 100 回 SA3S を使用し、プレーに対応したサインナンバーが表示されているかで正確性の評価を検討する。その際、被験者 1 の音声によって作成された音声対応表をもとに被験者 1 と被験者 2 の二人で正確性の評価を行い、発生者依存の特性の有無についても検討する。また、同時にサインナンバーの色の表示割合を調べ、サイン解読される危険性についても検討する。

表 2 2021 年秋季リーグにおける南山大学アメフト部のサイン伝達ミスの割合

	vs愛知大 学	vs愛知学院 大学	vs名古屋商科 大学	vs三重大 学	全試合の 合計
試合総プレー数	42	59	43	49	193
サイン伝達ミス回数	5	3	2	5	15
サイン伝達ミスの割合	11.90%	5.08%	4.65%	10.20%	7.96%

4.4 被験者 1 と被験者 2 による SA3S の正確性の評価結果の比較

被験者 1 と被験者 2 の正確性評価結果を表 3 に示す。また、正確性評価を行った時のサインナンバーの色の割合を表 4、表 5 に示す。

表 3 に示す通り、被験者 1 と被験者 2 の間で、正解率に差が生じた。正確性評価において、被験者 1 が作成した音声対応表を用いたため、音声対応表に記載されていない言葉の認識回数の差が 460 回あり、正解率に影響が出た。よって SA3S は発声者依存の特性があると言える。

また、表 4、表 5 より、被験者 1 と被験者 2 が正確性評価を行った時、表示されるサインナンバーの色の割合はおおむね均等であった。よって、SA3S がサイン解読される危険性は低いと言える。

表 3 被験者 1 と被験者 2 の正確性評価結果

	被験者1	被験者2
音声認識によるエラー回数	68	108
音声対応表に記載されてない言葉の認識回数	11	568
SA3Sの正解率	95.60%	72.00%

表 4 被験者 1 のサインナンバーの色（各列）表示されたナンバーの合計回数（各列）を示した表。

	サインナン バー赤	サインナン バー緑	サインナン バー青
合計（表示回数）	768	775	778
表示割合	33.09%	33.39%	33.52%

表 5 被験者 2 のサインナンバーの色（各列）表示されたナンバーの合計回数（各列）を示した表。

	サインナン バー赤	サインナン バー緑	サインナン バー青
合計（表示回数）	568	553	603
表示割合	32.95%	32.08%	34.98%

5 結論

サイン伝達時間の評価結果より、SA3S によってサイン伝達の時間短縮と人員削減を実現できた。また、正確性評価を行い、SA3S のサイン解読はされにくいという結果が示された。以上の点から SA3S を用いることで、サイン伝達が支援されることが分かった。

しかし、正確性評価結果から発声者依存の特性があるという結果も得られた。そのため、SA3S を実用するためには、SA3S の使用者自身が音声対応表を作成する必要がある。

6 展望

本研究では、アメフトにおけるサイン伝達を支援するためのシステムを実装した。他のスポーツにおいても SA3S を実用していき、情報通信技術とスポーツが繋がっていくべきだと考える。例えば、サッカーやバスケットについて考える。タイムを取らなければ、フィールド外の人とコミュニケーションをとることができず、情報共有がフィールド内のみで行われる場面が多い。そのような場面において、SA3S を用いることで、試合に出場していない選手視点からの情報をタイムを使うことなく情報共有を行うことができる。

これからはスポーツにとって情報通信技術はなくてはならない存在になるだろう。

参考文献

- [1] 公益社団法人日本アメリカンフットボール協会:2021 年度・公式規則変更内容・決定報（修正）.2021.8.
- [2] CAO's Lab: プレークロック操作ガイド.
- [3] 2022 Python Software Foundation: openpyxl, (2022)
- [4] 2022 Python Software Foundation: Speech Recognition, (2022)