

チョコっと頑張るマシン: 機械学習を利用した動機付け装置

野口 未来 (指導教員: 椎尾 一郎)

1 はじめに

多くの学生たちが、日常生活で以下のような経験をしている。やらなければならない課題があるが、やる気が出ない、早めに取りかかれば余裕をもって解決出来るはずの作業が進まない、特に自宅ひとりであるとき、モチベーションの上がらなさを体感する。これらは殆どの学生が共感出来る悩みである。本研究では、「机に向かい作業を行うやる気がでない」ユーザに対し、勉強への動機付けを強めることを目的とした提案を行う。そして、外発的動機付けの観点から、ユーザのモチベーション向上のために、ユーザの作業に対して報酬を与えるシステムの実装を目指す。作業への報酬に関しては、過大な報酬を与え続けることでユーザのモチベーションを過減させる、アンダーマイニング効果が知られている。そこで、報酬には小さなチョコレートチップを採用した。

2 チョコっと頑張るマシン

本研究では、ユーザの努力を自動検出し、努力していると判断した場合に、自動化されたキャンディマシンからチョコレートを出して、報酬としてユーザに与える。この外発的動機付けによりユーザのやる気を応援することを目指したシステムの開発をめざした。

システムは、ユーザの学習環境をセンサで観測する。システムが報酬を出さない場合にも、ユーザは、「報酬が欲しい」と感じたタイミングで、キャンディマシンの要求ボタンを押してチョコレートを得ることができる。この時のセンサ値から、システムはユーザを褒めるタイミングを学習していき、ユーザからの要求が無くとも報酬を与えてくれるようになる。一方で、報酬のタイミングが不適切であるとユーザが感じた場合は、ユーザがキャンディマシンの取消しボタンを押すことで、「間違ったタイミング」であることをシステムに知らせる。以上の仕組みで、ユーザに適応したシステムの実装を目指す。

3 実装

実装には低価格な深度カメラ Xtion¹ を用いた。深度カメラは、カメラから物体までの距離を濃淡とした画像を得るデバイスである。本システムにおいては、画像処理ライブラリ OpenNI を利用して距離画像を取得し、ユーザまでの距離を取得し、これをユーザの状態として使用する。これによりユーザは机に向かってさえいれば、センサの存在を意識する事なく、自身の状態をシステムに提供する事が可能となる。

システム全体の構成を、図1に示す。OpenNI と c++ 言語を用いて、Xtion からユーザまでの距離を取得する。その結果を、SVM (Support Vector Machine) を用いて機械学習する。機械学習の部分は Python で記述した。学習の結果をもとに、RaspberryPi からサーボモータ²を操作し、キャンディマシンのハンドルを

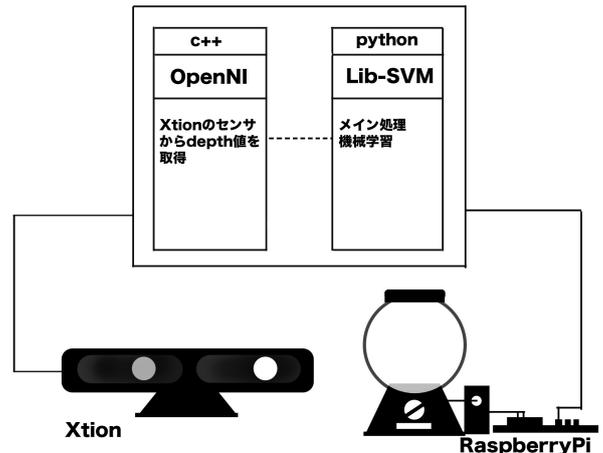


図 1: システムの全体構成のイメージ図。

回す事で、ユーザに対して報酬を与える。機械学習を SVM で行うのは、2 値分類での学習では最も扱いやすく、かつ精度の高い学習が行えるためであり、メインの言語に Python を採用したのは、SVM を扱う為の環境・サポートが優れていたためである。マイコンとしては高性能な RaspberryPi を採用したのは、将来、すべての機能をマイコンで実装し、独立して動くシステムを目指しているからである。なお、キャンディマシンの部分は現在実装途中である。

Xtion の配置について、ユーザを検知したときのユーザとの距離、ユーザに対していくつか配置パターンを試行し、Xtion からの値を観測した結果、ユーザを斜め上方から俯瞰するよう配置した。機械学習に用いる値としては、Xtion がユーザのトラッキングに成功したときの、Xtion とユーザとの最短距離を採用した。

4 機械学習と実測

機械学習は、訓練データを参考にモデルを作成するパートと、作成されたモデルを用いて、ユーザのデータを判定し報酬を与えるか否か決定するパートに分かれる。本研究においては観測対象が「努力している状態」と曖昧であるため、システムから得た結果の実測についても曖昧性を含むことになる。

4.1 モデルの作成

以下機械学習のラベルとして「ユーザが努力している状態」を [1], 「ユーザが努力していない状態」を [-1] と表記する。2 秒毎に Xtion より取得した最短距離値を、長さ 450 のキューで管理することで、過去 15 分ぶんの深度情報をストックする。今回の実験では、可能な限り判定に用いる時間を少なくしたいというシステムの都合と、生理学的に言われる「一般的な集中力の持続時間 (30-50 分)」との兼ね合いにより、判定に用いるユーザ状態の時間を過去 15 分とし定めた。ユーザが努力したと感じた時に [1] のラベルを与えた。また、それ以外の時はユーザが報酬を要求していないと判断し、およそ 30 回に一度 [-1] のラベルをシステムが

¹<http://www.asus.com/Multimedia/Xtion/>

²GWS125 - 1T/2BB

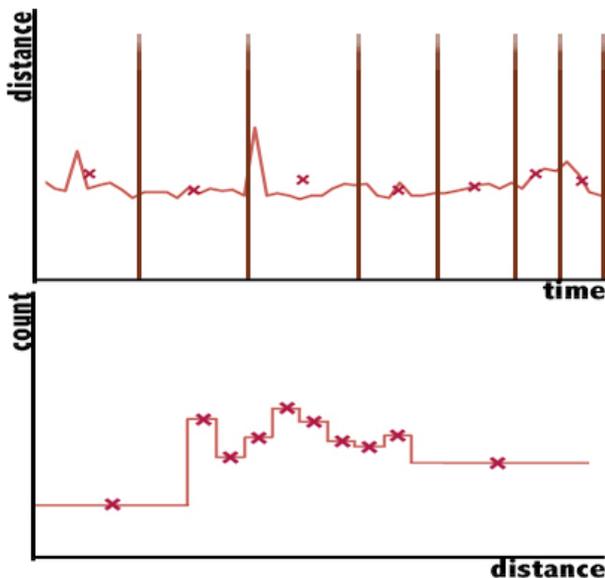


図 2: 訓練データ作成法の図解

	60分	90分	120分
頻度最大	34.0% 67/197	9.6% 19/198	8.9% 18/202
頻度最小	22.1% 45/204	9.0% 18/201	7.1% 14/196

図 3: モデル生成時間に対する [1] のヒット率

与えた。システムは ラベルを受け取った瞬間から 15 分遡ったセンサ値を元に訓練データを作成する。

訓練データとして次のような特徴量を採用した。まずは、過去 15 分ぶんの実測データについて、値の推移を図 2 上のように 7 区分で分け、それぞれの区間について平均値をとった 7 個のデータである。さらに、値の出現分布を図 2 下のように 10 区分で分け、それぞれ 10 個の出現回数である。これらによる 17 次元のリストを訓練データとした。

4.2 モデルの利用

前段階で作成されたモデルは.model 形式のファイルとして保存される。実システムでは、あらかじめユーザーにモデルデータを作成してもらった上で、そのモデルを参考に現在のユーザーの状態を判定する。モデルの作成時と同様、2 秒毎に Xtion より値を取得し、15 回に 1 度、つまり 30 秒に 1 度 SVM による判定を行う。判定の頻度については 5,10,15,20 回と 4 種の頻度を比較した上で、最適と判断し暫定的に決定した。[-1] が予測された場合システムは何もせず、[1] が予測された場合は報酬によるフィードバックを行う。

4.3 実測

モデルの生成にかかる時間を 60 分 90 分 120 分と変化させ、それぞれ 2 - 4 種用意し、モデルを利用し約 100 分判定させた実測の結果を以下の図 3 にまとめる。

被験者は筆者である。今回の実験において、60 分程度の時間をかけて作成したモデルでは、離席時に [1] を返すなどのミス判定がみられたため、実用には適さないと判断した。今回の実測の範囲では 90-120 分かけ

て作成してモデルを用いた判定については、おおよそ [1] 判定の出現率が 10 % を下回り、明らかに作業をしていないタイミングで [1] の判定が返る事は無かった。30 秒に 1 度判定を行う本システムにおいて、10 % の割合で [1] を返すのは、単純計算で 5 分に 1 度ほど [1] 報酬を与える判定を出す頻度に相当する。しかし実際には継続して変化の少ないリストを生成している状況では [1] の値を連続して返すという問題を含んでいるため、[1] が出現する頻度のばらつき自体は適度である。この問題は、機械学習が連続して [1] を返した場合、次に [-1] がくるまでの判定を、ひとまとめの [1] 判定として扱うことで解決する。つまり [1] 判定を返すことと、実際に報酬を返すことは別のものとして考える。

5 まとめと今後の発展

実測について特に判定の頻度に関しては期待通りの結果を得た。特に生成の時点で緩急をつけたモデルを比較した場合、素直に入力による差が観測出来たのはさまざまなユーザーのニーズに柔軟に適應するシステムの実装として理想的だろう。しかし入力値に対して柔軟な [ユーザーの努力の定義] を返すシステムとしては、現時点では課題が残る。今後試行していく必要があるのは、訓練データ用リスト作成が中心となる。訓練データの次元数とのトレードオフとなるが、ユーザーの学習状態による変化を細かく観測・記録するため、現在よりも詳細に値の移行を参照する必要がある。

今後、報酬のキャンディマシンの実装を早急に完成させたい。また、今回はユーザーの学習状態を参照するデータとして Xtion の深度カメラを利用したが、他のセンサの利用も検討したい。

また、動機付けを強める手法として、今回採用しなかった [ゲーミフィケーション] に関連づけた報酬も考えられる。ユーザーに報酬が来る気配や期待を与える事でユーザーのモチベーションの向上を図れるのではと考えている。また、一緒に頑張る仲間が居る場合、その様子をネットワーク経由で取得して表示する手法も有用だと考えている。

6 関連研究

ユーザーの送った信号に応じて、キャンディマシンからチョコレートを射出することでフィードバックを行う手法が提案されている [1]。また、椅子の傾き (ユーザーの動作のひとつ呼吸) や、書類作成アプリケーションの終了を信号とし、ユーザーのコンピュータ作業における目の酷使を労るため、マウスからブルーベリーを提供するシステムが提案されている [2]。本研究においては、報酬の射出条件とユーザーの状態を結びつけた上で、具体的な条件を定義するのではなく、機械学習を利用する事で、ユーザーに応じた柔軟なフィードバックを行う事に重点を置いている。

参考文献

- [1] 須賀 千紘: Sweet Feedback: <http://www.cmu.edu/silicon-valley/news-events/news/2012/sweetfeedback-workshop.html> (2012)
- [2] 元良龍太郎, 安村通晃ら: ベリーマウス: 日常生活にとけ込む正の報酬による継続支援システムの提案と試作 (EC 2010)