

▲ 新型コロナウイルスに関する内容の可能性のある記事です。

新型コロナウイルス感染症については、必ず1次情報として厚生労働省や首相官邸のウェブサイトなど公的機関で発表されている発生状況やQ&A、相談窓口の情報もご確認ください。またコロナワクチンに関する情報は首相官邸のウェブサイトをご確認ください。※非常時のため、すべての関連記事に本注意書きを一時的に出しています。



未踏の第27期 スーパークリエイターたち：編集にあたって

♡ 1



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:03



竹内郁雄（IPA未踏IT人材発掘・育成事業 統括プロジェクトマネージャ）

未踏事業で採択され、優れた成果や成長を示した人たちを未踏スーパークリエイターと呼ぶ。この認定は2021年で27回目となる。突出した才能を持つスーパークリエイターを広く産業界や学界に知っていただきたい、というのがこの年次報告の狙いである。

第27期の未踏クリエイターは計31名（20プロジェクト）で、そのうちの21名（15プロジェクト）がスーパークリエイターとして認定された。2014年から認定率は右肩上がりに増え続けとうとう67.7%と、全体の2/3を超えた。これはそもそも採択されるクリエイターの質が毎年少しずつ上がっていることの顕れだろう。実際応募倍率も少しずつ伸びている。

今期は高校生1名（昨年は1名）、女性3名（昨年は1名）が認定された。女性比率が少ないとよく指摘されるのだが、今年は女性全7名中の3名ということで、ほんの少し改善されたということになるのだろうか。

今期も低レイヤからWebアプリまで幅広くバランスよくスーパークリエイターが選ばれた。

2019年年度もそうだったが、今期もコロナ禍に悩まされた。結局、担当のプロジェクトマネージャ（以下PM）と一度も直接会えなかったクリエイターが何人かいた。それでも、全体的に成果の質が落ちなかったことは、予想外の収穫（？）である。ソフトウェアだけならともかく、最近はハードウェア試作をしないといけないプロジェクトが比較的多く、複数人プロジェクトでのリモート開発が難しいことも

一杯あったと思う。ここにポストコロナのヒントがあるかもしれない。

この紹介記事は今回で10回目という節目を迎えた。「情報処理」も、Web化への大きな転回をしたところである。今回からは、担当PMにスーパークリエイータの紹介をWeb記事として書いていただき、この導入記事からは、そこへのリンクを貼ることにした。それぞれの紹介には短い統括PM追記として、お邪魔かもしれないが、少しエピソード的な情報を追加することにした。

リンクの紹介は、これまでに倣い、クリエイータを代表者の50音順とする。タイトルは正式なものではなく、「名は体を表す」キャッチに変えてもらった。なお、2021年2月20～21日の2日間にオンラインで開催された成果報告会（Demo Day）のすべての動画はIPA channel (<https://www.youtube.com/user/ipajp/>) で見ることができる。最近のプロジェクトはデモなど、動画で見ないと面白さや意義が分からないものが多いので、興味を持たれた方、スーパークリエイータ以外の発表にも関心がある方は、つまみ食いの的に見ることもできるので、ぜひそれをご覧いただきたい。もちろん、少し過去のプロジェクトの動画も見ることができる。

(2021年6月30日)

(2021年8月15日note公開)

■ 上田侑真

ソフトウェアのインストールが不要なNIC型セキュリティ機構

■ **大淵雄生**

アイデアを誰でも高速に形にできるノーコードソフトAxStudio

■ **岡南直哉, 中村龍矢**

次世代分散型アプリケーションプラットフォームのためのプロトコル開発支援システム

■ **近藤耕太**

宇宙ごみの運動推定のための実証衛星

■ **酒井 俊**

スマートフォンで完結するバスの運行情報提供システムFindYourBus

■ **篠田和宏, 佐野由季, 原田珠華, 安齊 周**

着られる手書き文字入力デバイスwearbo

■ **菅野龍太**

VRを用いた野球球審ジャッジトレーニング

■ **杉山優一**

ハードウェアセキュリティ検査システムMicroFuzz

■ 関根史人

誰でも簡単に使えるカット加工機TinyFabrica

■ 妹尾卓磨

非専門家でも手軽に使えるデータ駆動型深層強化学習ライブラリ

■ 秀島裕樹

アルゴリズムミック・ロボットデザイン

■ 平井龍之介

シェーダライブコーディング・アーカイブシステム

■ 松井菜摘

ヘアアイロン使用補助システムColor-Path

■ 森田崇文, 靱山陽紀, 栃本祥吾

チョーカー型汎用触覚デバイス

■ 和田優斗

強力なグラフィック機能を備えた組版処理システムTwight



ソフトウェアのインストールが不要なNIC型セキュリティ機構

♡ 1



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:04



上田 侑真 (うえだ ゆうま)

上田君はネットワーク・インタフェース・コントローラ（NIC）型の独自PCIeデバイス「BuboFPGA」を開発し、ホストコンピュータ上のメモリの内容を遠隔からDMAで取得できるシステムを構築した。今回開発したBuboFPGAデバイスを監視対象のホストコンピュータ（Target）に挿すだけで、遠隔の管理マシン（Monitor）からホスト側のメモリの内容を後述するLibBuboとVolBuboフレームワークを用いて逐次監視・復元し、リアルタイムでマルウェアを検知できる仕組みである（**図-1**）。

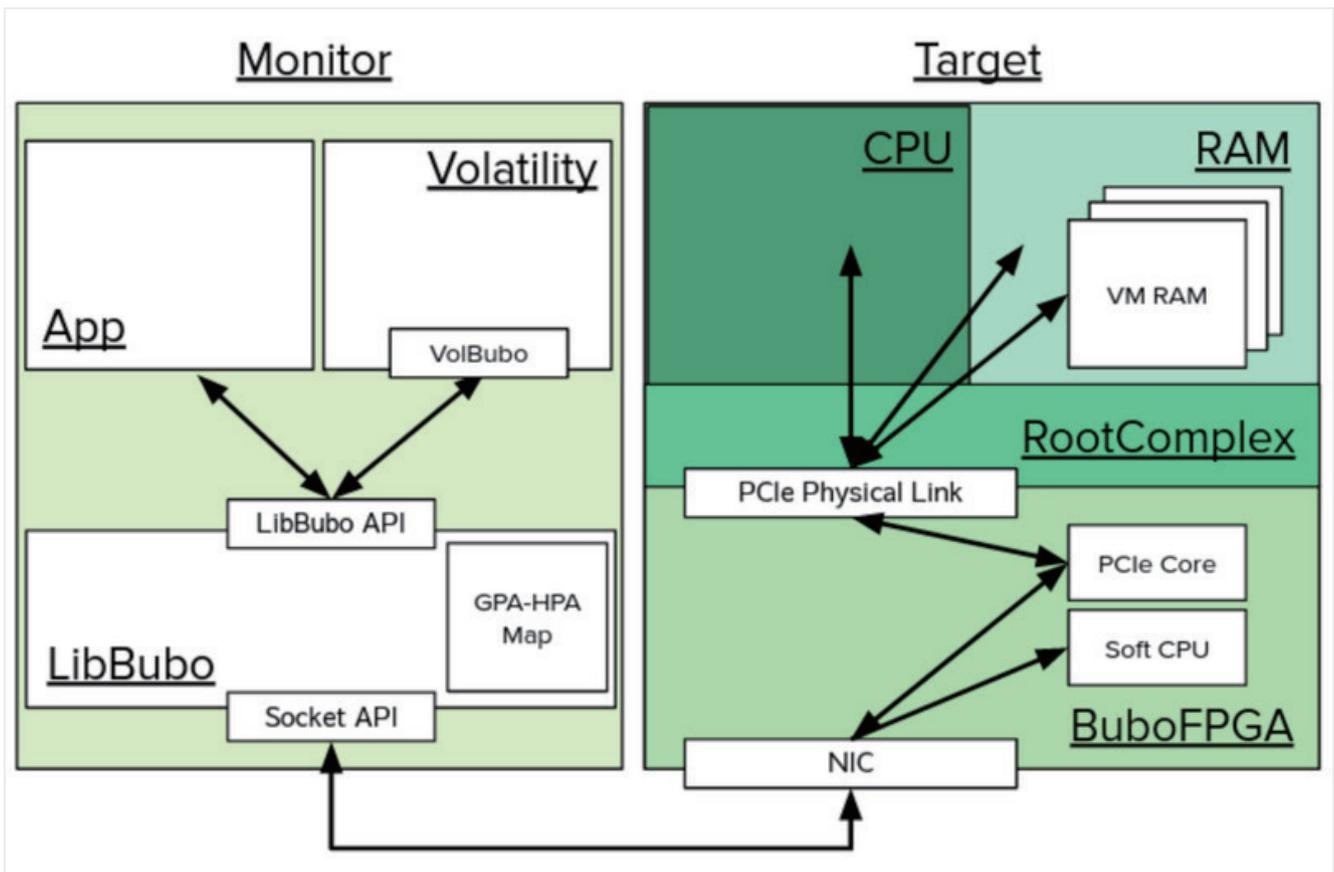


図-1 開発したBuboFPGA関連システム構成図

(1) BuboFPGAはTargetのメモリ空間の取得を行うハードウェアで、Xilinx Kintex-7 KC705 FPGA評価ボードを使ってバージョンアップを繰り返し、大変苦労しながら実装した(図-2)。メモリ空間の取得は、BuboFPGAがNICを通じて受信したTransaction Layer Packet (TLP) をそのままTargetのルートコンプレックスまで中継し、CPUを介さずにDMAを行い、返されたメモリ上のデータを含むTLPをそのままMonitorまでUDPにカプセルリングして返すことで実現している。

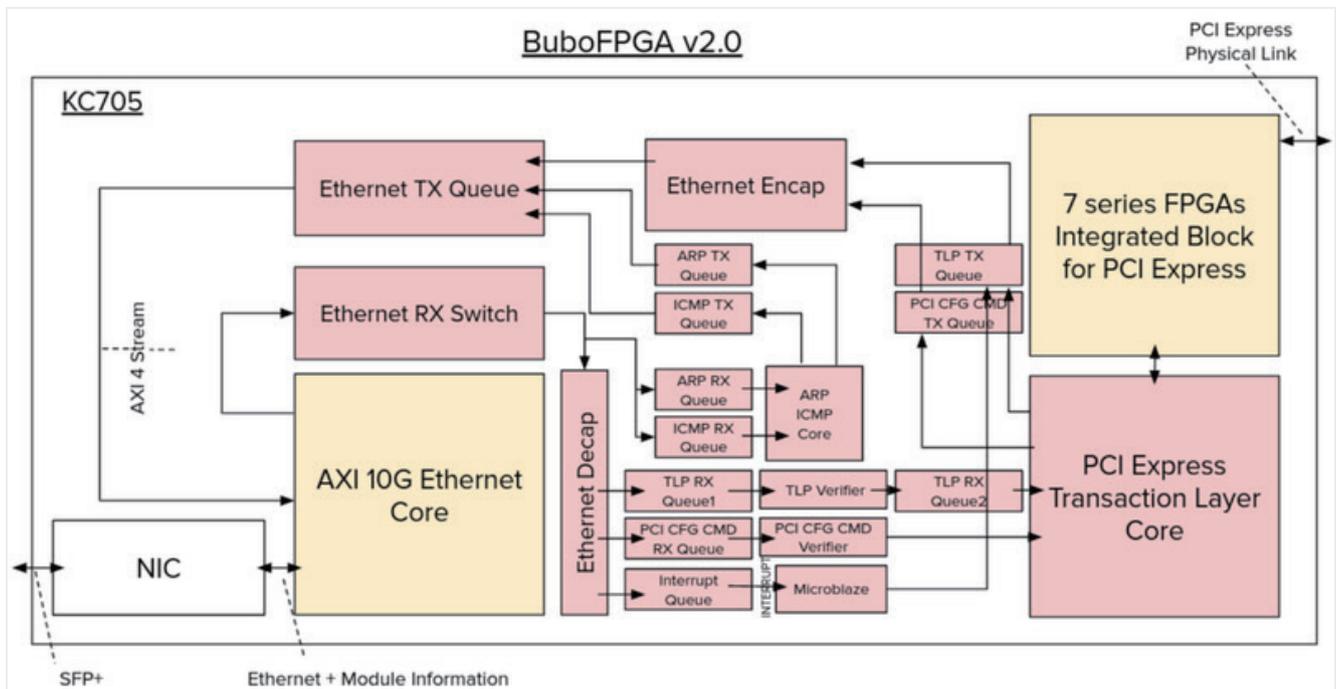


図-2 KC705に実装したBuboFPGA v2.0の構成図

(2) LibBuboはBuboFPGAを通じて物理マシンのメモリ空間を取得し、PCIeデバイスのエミュレーションを実現するためのソフトウェアライブラリである。物理

マシンのメモリ空間を取得するために、Socket APIのラッパーを用意し、TLPをUDP上にカプセリングしてBuboFPGAのNICへ送信しやすくしている。

EPT (Extended Page Table) にも対応することで、ホストコンピュータ上で仮想マシンを複数起動していても、ゲスト物理アドレスを用いた透過的なメモリ取得が可能となっている。

(3) VolBuboはメモリ空間上のデータをVolatilityへの入力として提供するためのAddress Space Pluginである。これにより、既存のVolatilityプラグインをTargetの物理メモリ空間や仮想メモリ空間にそのまま使用することができる。

これらの開発成果により、非常に高い隠密性・透明性を持ったマルウェア検知・解析をVolatilityプラグインとして素早く実装することが可能となった。

BuboFPGAは監視対象のホストのCPUリソースを一切消費しないため、従来のセキュリティ機構とも競合しない。近年はメモリ上だけで動作しディスクにマルウェア本体を保存しないファイルレスマルウェアなども台頭しており、この開発成果と従来のセキュリティ機構を併せて用いることで、より信頼性の高いセキュリティ機構を実現できると言える。(竹迫良範PM担当)

[関連URL]

Volatilityについては、<https://github.com/volatilityfoundation>

[統括PM追記] 借りていて権限のないシステムにNICを指すだけで、遠隔監視やセキュリティ事故への対処が可能になるのはクライアントの管理者にとっては朗報だ。思い切り低レイヤのプロジェクトであるが、これをアドベンチャーゲームを攻略するように仕上げた上田君はある意味新人類だと思う。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



アイデアを誰でも高速に形にできるノーコードソフトAxStudio

♡ 2



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:05



大淵 雄生 (おおぶち ゆうき)

アイデアを持っているが自身でサービスを開発できない、プログラマが複数のサービスを同時に開発できない、といった課題を解決するのが、大淵君の「AxStudio」である。デザインからコードを自動生成するAxStudioを使うことで、プログラミング能力がない人でも、アイデアを思い付いたときに高速に形にすることが可能になる。AxStudioは既存のデザインソフトのように使い勝手がよく、多くの機能を備えており、ユーザはデザインのすべてをAxStudio内で行うことができる。デザイン後に自動生成されるコードは意味のある識別子を自動生成するので可読性が高く、プログラマは生成されたコードに書き加えていくなど、高速な開発も可能である（図-1）。



図-1 デザインとノードからプログラマに読みやすいコードを生成

未踏採択期間中に最も驚かされたことは大淵君の開発能力である。AxStudioにデザインソフトウェアと同等の機能を持たせてデザインからコード生成までこのソフトで完結させたり (図-2) , ユーザがノードベースでロジックを組んだ上でコードへの加筆もできるようにしたり。ものすごい速度で次々と機能が実装されていき、進捗ミーティングでは周りのPMや同期を圧倒させていた。とはいえ、最初から最後までスムーズだったわけではない。開発方針や技術的な実装手法の迷いもあり、10月頃までは最終的な形が見えないまま、本人としては苦しんだ期間だっただろう。「ここだけは最終的に必要になるだろう」という機能から作り込んでいった大淵君であるが、それでも方針転換により不要になった言語の実行系 (パーサー・インタプリタ・トランスパイラの一部まで) や、古いレンダリングエンジンなど、最終的には使われなかった数万行ものコードがgitの履歴に残っている。

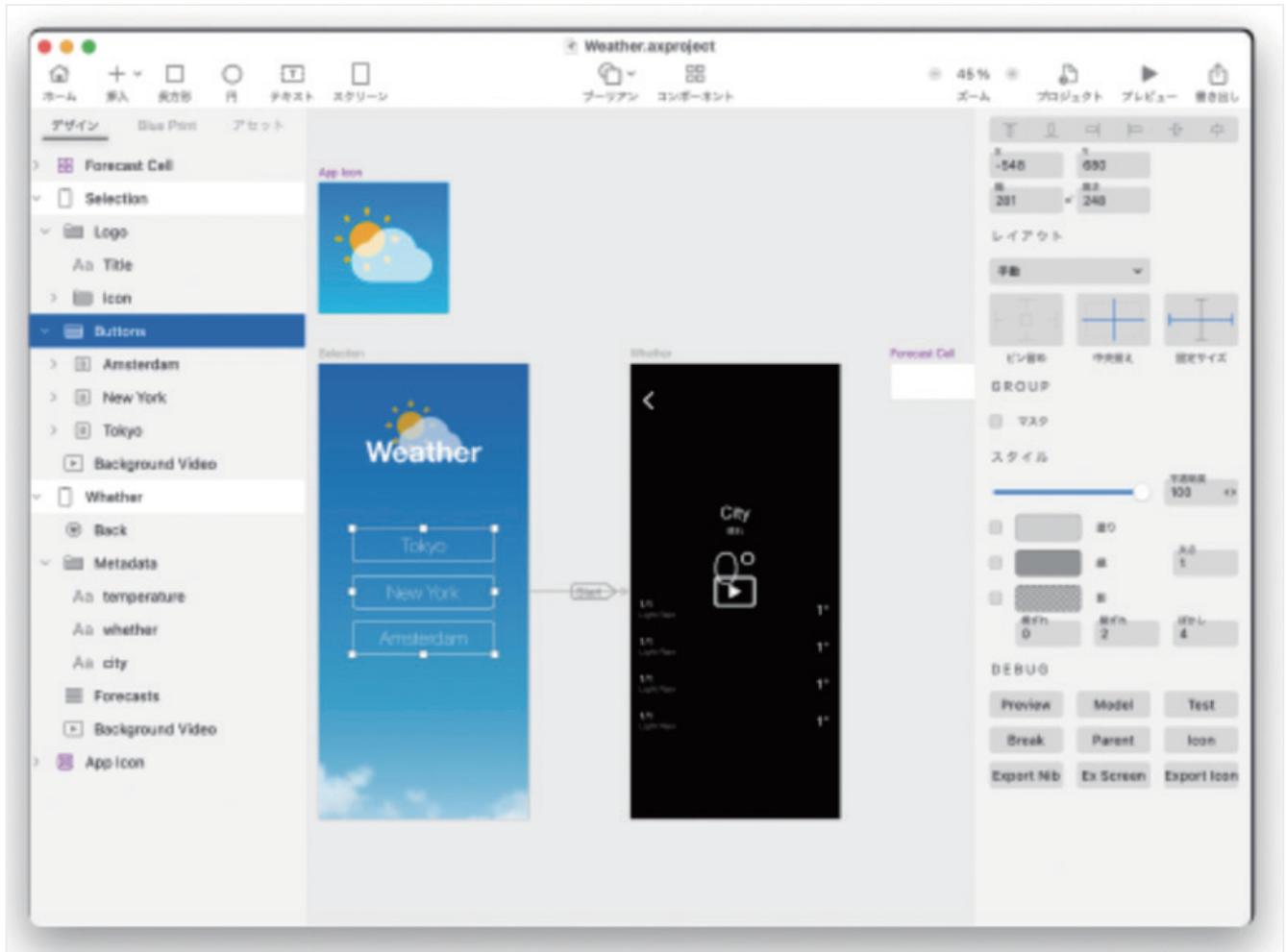


図-2 AxStudioのデザインエディタ

AxStudioのプレビュー版配布の際にはTwitterでつぶやいたところ一晩であっという間に600ダウンロードを超えた。チュートリアルが欲しいとのユーザからの要望を受けてすぐにチュートリアルを整備し、Xcodeなしでも動かしたいという要望を受けてAxStudio組み込みのシミュレータを作成。2021年3月初旬は1,200ダウンロードだったが、2021年5月現在3,000ダウンロードまで増えている。

未踏期間終了後にも動的なキャンバス、Flutterへの書き出し、外部システムとの連携など、新しい機能を追加して日々改良を重ねている。ノーコードコミュニティの方に試用していただき、感想をもらったりもした。大淵君は「自分が作りたいののは開発者を助けるツールなのだということも分かってきた」という。「AxStudioの次の目標はエンジニアの開発を10倍効率化させるツールになることです」という大淵君に今後も目が離せない。（五十嵐悠紀PM担当）

[関連URL] <https://axstudio.dev/>

[統括PM追記] 五十嵐PMの期待どおり、大淵君は2021年度の未踏アドバンストに採択され、事業としての国際展開への道筋が見えてきた。現在、ノーコードプログラミング流行りだが、AxStudioの出来を見ると、ライバルを一蹴する迫力がある。それにしても、未踏期間中に（使わなかったコードを含め）22万行、未踏アドバンスト採択前にさらに3万5千行を追加したというプログラミング能力は尋常ではない。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



次世代分散型アプリケーションプラットフォームのためのプロトコル開発支援システム

♡ 2



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:09



岡南 直哉 (おかなみ なおや)

中村 龍矢 (なかむら りゅうや)

現在、Ethereum 2.0を始めとしてスケーラブルな分散ブロックチェーン技術の研究開発が行われている。中でも、シャードと呼ばれる複数のブロックチェーンに分割して性能を上げる研究が盛んである。シャーディングアルゴリズムのうち、特にクロスシャード（シャード間でやりとりが起こること）のユースケースについて十分な検証や議論が行われておらず、本番環境への実装提案まで持っていくことが非常に難しくなっている。岡南君と中村君は、Ethereum 2.0 data shardingのアプリケーション開発におけるローカルテスト用エミュレータMousseと、Ethereum 2.0 execution shardingでのユーザの行動を解析するトランザクションレベルのシミュレータShargri-Laの2つのソフトウェアを開発し、オープンソースソフトウェアとして公開した。

Shargri-Laは、Ethereum 2.0 execution shardingにおけるユーザのシャード選択の行動を解析するためのシミュレータで、トランザクションレベルのシミュレーションが実行できる（**図-1**）。Shargri-Laを使用することで、Execution shardingにおけるユーザの動作に対するテストが可能になり、研究者がシャーディングプロトコルを設計および改良するのに役立てることが期待できる。

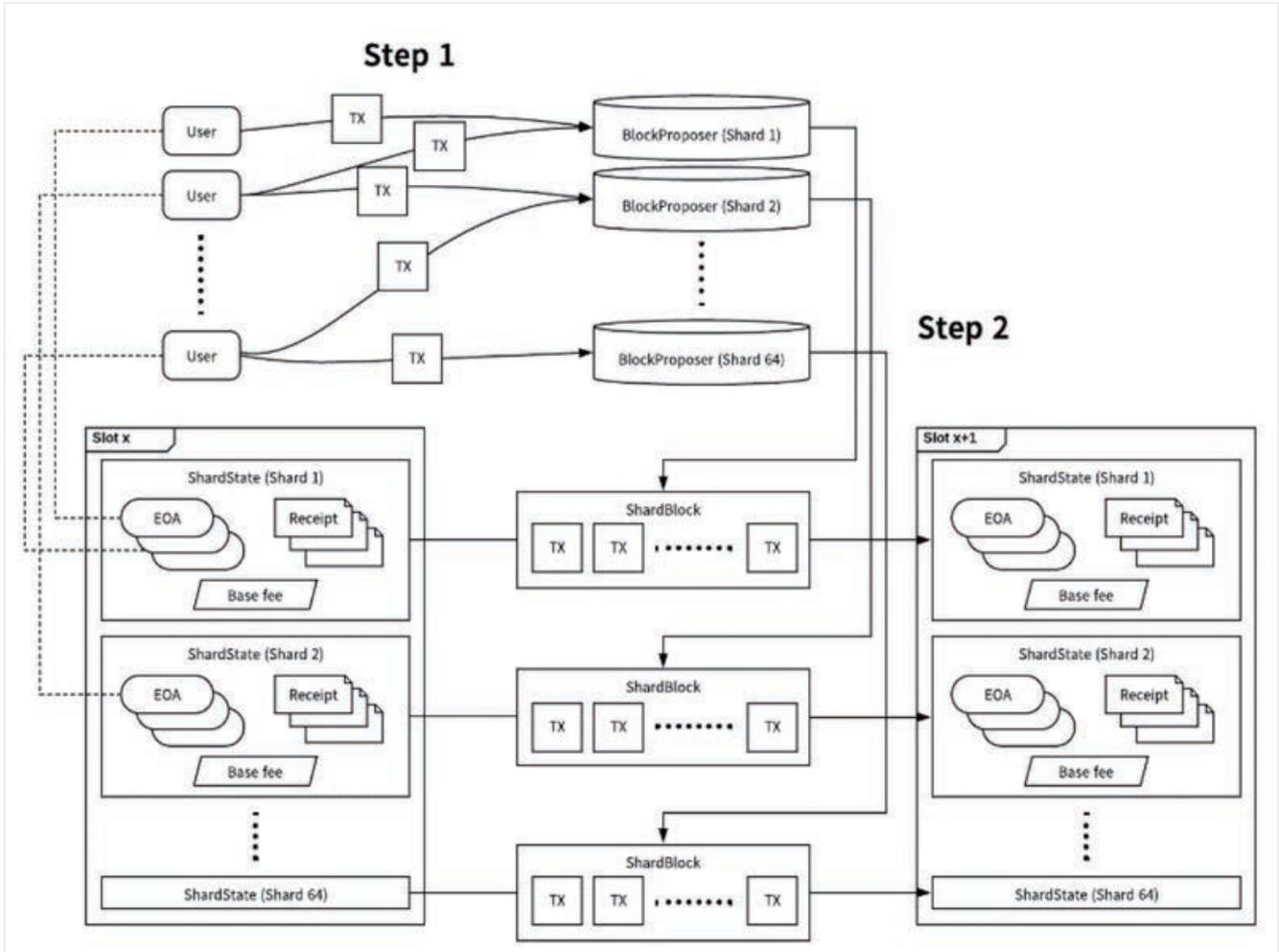


図-1 Shargri-Laのシミュレーションモデル

Mousseは、Ethereum 2.0のアプリをローカルテストするためのエミュレータである。Ethereum 2.0のアプリは主にRollup（ブロックチェーンのプログラム実行をブロックチェーンの外で行って、計算負荷を下げ、スケーラビリティを上げることを）を想定している。Mousseは次の3つのプログラムから構成されている。

- ・ Ethereum 2.0 data sharding のシミュレータ
- ・ Ethereum 2.0 data sharding における P2P クライアントを模倣する HTTP サーバ
- ・ ブロックやステートを可視化し・操作するためのダッシュボード (図-2)

SLOT	SHARD HEADERS COUNT	STATE ROOT
> 569	64	0xdaf75c2e90a2027dd79e6ae9bd7d14de5807801c094fb675c5cf17123332eaa2
> 568	128	0x619844e6a88f4f084f0ffce0666abce73d6e99aa6f8572c05872231a62762e65
> 566	0	0x4784dae239b325ed4e16dd6b2a65e086f0da15ae0ed229460137c8677f49c402
> 564	0	0xc7e99590f050762ef61916af864dfad83b0d39b068df6d60aef3cc44ce91c03
> 562	64	0x038e96596082425be5fca7bf1d21d572623ddcaa3e4ffb9cd63a66c0d989f04a
> 561	128	0x6557eaa76287b9425de364b9934172b0ace45959f9d99065448019a57c038182
> 560	0	0x3b79ec5568bdf5d0367d02461c0bc2912ed0777164c2b7cdeed8636d6619ea8a

図-2 Mousseのダッシュボード画面

Ethereum 2.0 data shardingはまだ仕様策定段階であり本番環境への実装はまったく進んでいないため、Mousseは現時点でdata shardingのアプリのテスト環境としては唯一の手法となる。現状ドラフト段階の仕様に直接携わっているのはわずか10名前後であり、Ethereum 2.0開発チームですらまだ詳細を理解しているメ

ンバの少ない中、仕様を再現しているMousseは貴重なソフトウェアであると言える。実際にシミュレータ上でSharded Blockchainを動作させることにより、負荷分散の偏り度合いやUXへの影響などを定量的に検証できるデータを取得し、世界最先端のブロックチェーンコミュニティに対して価値貢献していくことが期待できる。（竹迫良範PM担当）

[関連URL]

Mousseについては、 <https://github.com/ethereum-mousse>

Shargri-La については、 <https://github.com/shargri-la>

[統括PM追記] 改竄防止のために膨大な電力消費をするブロックチェーンから脱皮しようとしているEthereumにはたくさんの解決すべき技術課題がある。岡南、中村両君が開発したシステムは、開発者のためのテスト環境であり、門外漢には難しい話が多いのだが、結果のグラフなどを見ると、開発方針に分かりやすい指針を与えている。彼らがEthereumコミュニティの最前線にいることは間違いない。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



宇宙ごみの運動推定のための実証衛星

♡ 1



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2021年8月15日 00:10



近藤 耕太 (こんどう こうた)

宇宙空間には「宇宙ごみ」とか「スペースデブリ」と言われる、微小なものを含めると約5兆個以上の物体が漂っている。それが秒速7kmという速度で地球を周回

しており、運用中の衛星に衝突した場合には、衛星の機能に致命的な損傷を与える。

そのため、宇宙ごみの除去が最近重要な課題になっているが、宇宙ごみの姿勢を推定することは非常に難しく、除去衛星が回転する宇宙ごみに接近して捕獲できた例はない。

宇宙ごみの除去成功率向上のために、回転する宇宙ゴミが太陽光を反射する光の強度変化、つまりライトカーブを用いた宇宙ごみの姿勢推定システムを衛星の軌道上で実証することが本プロジェクトの最終ゴールである。

ただ、未踏実施期間内に実証衛星を打ち上げることができないため、プロジェクトの中では軌道上で、一反木綿のような膜で太陽光を反射しつつ、自分の姿勢を計測して地上へ送信する機能を持つQ-Liという人工衛星の設計に取り組んだ

(図-1) . ライトカーブと姿勢の相関がこれによって正確に関連付けられる。

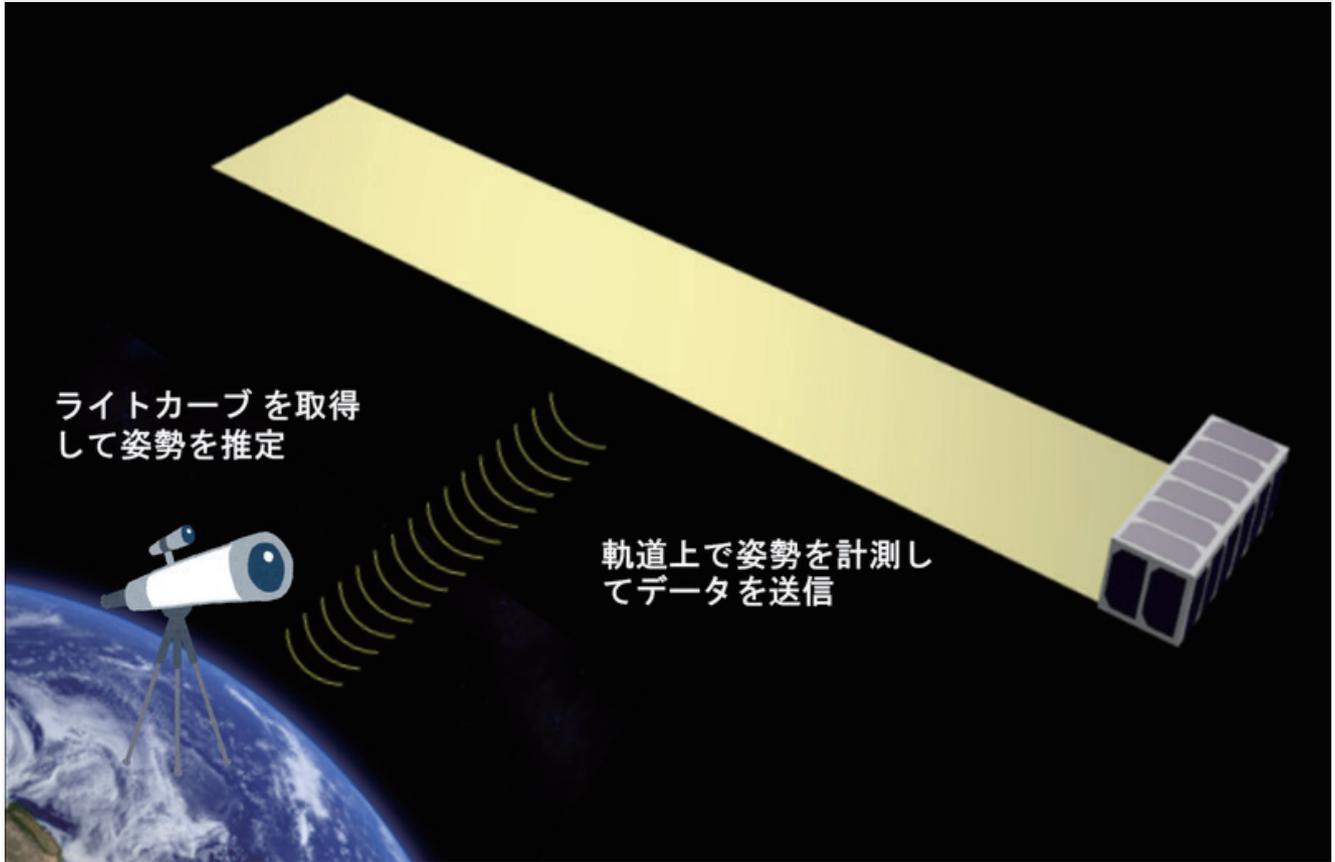


図-1 膜を展開した実証衛星Q-Li

本プロジェクトを推進した3人のメンバの中で、近藤君は安全な膜展開の実現に向けた姿勢制御システムを担当した。Q-Liが高速で回転すると、膜展開によりQ-Li本体、もしくは膜機構そのものを損傷する危険性があるため、Q-Liの角速度を小さくする（デタンブリング）必要がある。

デタンブリングを達成するために利用される磁気トルカとは、コイルに磁気を発生させることで、地球の磁場と作用して実機の方角を制御するものであり、基本的

にXYZの3軸があれば全方向を調整することができる。

ただ、実証衛星には大きさ、重さ、そして予算を低減させるために、なるべく少ない制御入力を使用することという制約条件が課せられており、近藤君は1軸だけでこの制約を克服し、デタンプリング制御を達成できる姿勢制御システムを開発した。

理論上は、人工衛星が高速回転していることから、1軸だけの制御入力でも時系列を調整することで、全方向に対して磁場を作用させることができるが、そのためには限られた計算能力の中で素早く磁気トルカを作用させるためのアルゴリズム選択と実装が必要不可欠であった。

近藤君が取り組んだことを一言で言えば、お金をかけるよりソフトウェアで勝つというもので、ハードウェアの制約をソフトウェアによって超越させることは、プログラマ冥利に尽きるといえよう。

近藤君は実時間最適化制御則であるNMPC（非線形モデル予測制御, Nonlinear Model Predictive Control, NMPC）をQ-Liに応用した。従来手法としてよく使用されてきたB-dot制御に比べ、NMPCを用いたほうが短い時間、少ない制御入力でデタンプリングを達成できた。またNMPCが生成した滑らかな制御入力をPWM（Pulse Width Modulation）で離散化することにより、アクチュエータに

かかる負担を大幅に低減することができた。図-2はNMPCとPWMを用いてデタンブリングした結果を示している。

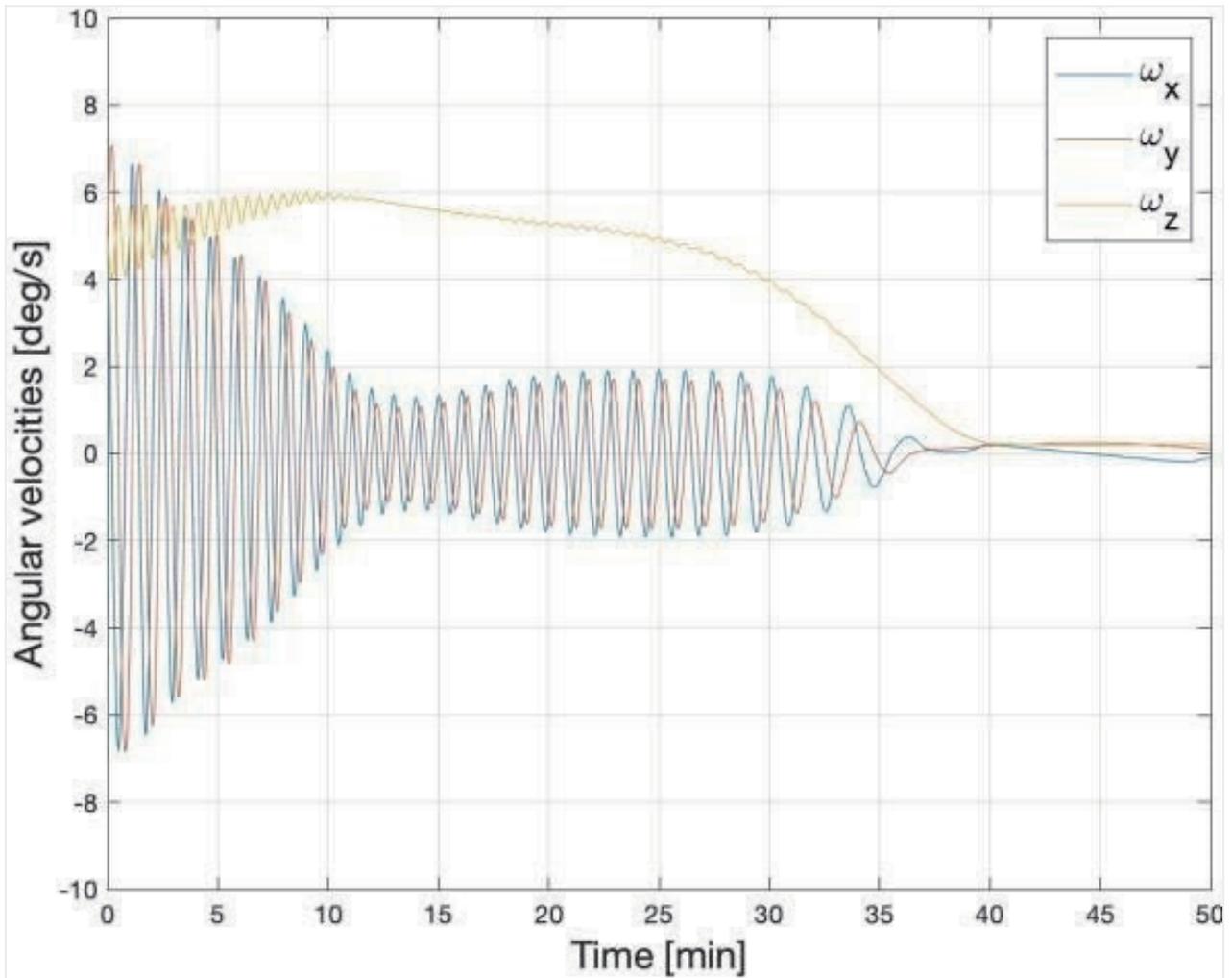


図-2 NMPCとPWMを用いたデタンブリング

先行研究では広く3軸磁気トルカを用いた姿勢制御が取り扱われてきた。しかしながらQ-Liは大きさ、重量、コスト面で厳しい制約があることから、磁気トルカは

1軸のみの搭載も考慮する必要がある。3軸磁気トルカを用いた場合でも、衛星のデタングリングは困難だが、1軸磁気トルカのみを用いた場合はさらに問題が複雑になる。近藤君は1軸磁気トルカの実現可能性に関して、シミュレーションと理論的な考察を行い、その成果を米国航空宇宙学会（AIAA）で発表し、注目を集めた。
(田中邦裕PM担当)

[統括PM追記] とうとう未踏も宇宙に飛び出した。発展する未踏を象徴するプロジェクトだった。このプロジェクトは実は3人で取り組んだものだったが、この一反木綿衛星の制御を担当したのが近藤君だった。1軸だけの制御で、3軸を安定化できるとは予想外である。この成果のおかげだと思うが、彼は米国の御三家の有名大学からオファーを受け、MITに進学することになった。なお、この衛星自身が宇宙ゴミにならない工夫もちゃんとなされている。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)

▲ 新型コロナウイルスに関する内容の可能性のある記事です。

新型コロナウイルス感染症については、必ず1次情報として厚生労働省や首相官邸のウェブサイトなど公的機関で発表されている発生状況やQ&A、相談窓口の情報もご確認ください。またコロナワクチンに関する情報は首相官邸のウェブサイトをご確認ください。※非常時のため、すべての関連記事に本注意書きを一時的に出しています。



スマートフォンで完結するバスの運行情報提供システム FindYourBus

♡ 1

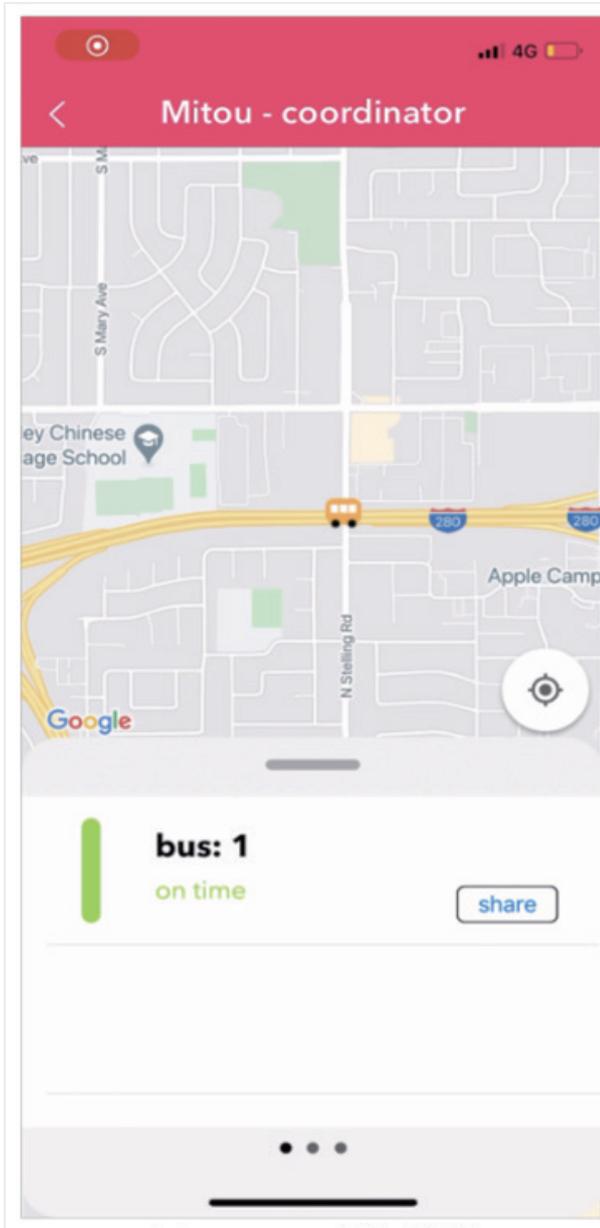


情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:11



酒井 俊（さかい しゅん）

酒井さんは、3歳から米国コネチカット州に在住するクリエイターであり、彼自身のスクールバス通学での体験が、本プロジェクトのきっかけである。公共交通機関が発達し、また通学環境が安全である日本においては馴染みがないかもしれないが、米国では、安全確保のためにもほとんどの生徒が学校の用意するスクールバスを利用して通学している。生徒の数は2,600万人、48万台のバスという規模である。運行も正確でなく本数も限られているため、バスの運行状況が分からないことによって、乗り遅れて遅刻になってしまったり、長時間安全でない場所で待つことになったり、親のバス停への迎えが間に合わず学校に連れ戻されたりと、さまざまな不便が生じてしまう。



左：図-1 バス運行情報 右：図-2 現在値と到着予想時間

子供を一定時間以上独りにしてしまうことが、危険と見なされるだけでなく、親の育児放棄と見なされてしまうような社会においては、学校・生徒・親それぞれが

安心してスクールバスを利用できることは社会的に意義のあるサービスなのである。

背景説明が長くなってしまったが、酒井さんの開発したサービス FindYourBus は、スマホだけで、バスの運行管理者、運転手、生徒、親がバスの運行情報を把握でき利用者間での双方向連絡ができるシステムである。

バスにGPS搭載の専用機器を搭載させるようなシステムに比べて、スマホさえあれば実現できるサービスであるところが特徴である。

運行管理者は、バスの運行ルートを簡単に設定でき、利用者は運行状況だけでなく到着予測時間までアプリ内で確認できる。正確な運行の日本国内のバスとは異なり、スクールバスならではの「2分だけ待って!」というチャット機能はとても現実的な機能である。

コロナ禍で多くの学校がオンライン授業となり、当初計画していたスクールバスを対象としたトライアルが進められない中、茨城県の野菜配達販売サービスや、コネチカット州での生活困窮者向け生活用品配達サービスでの実証実験を実施できたことは、国際的なバックグラウンドを持つ酒井さんならではの、素晴らしい成果である。

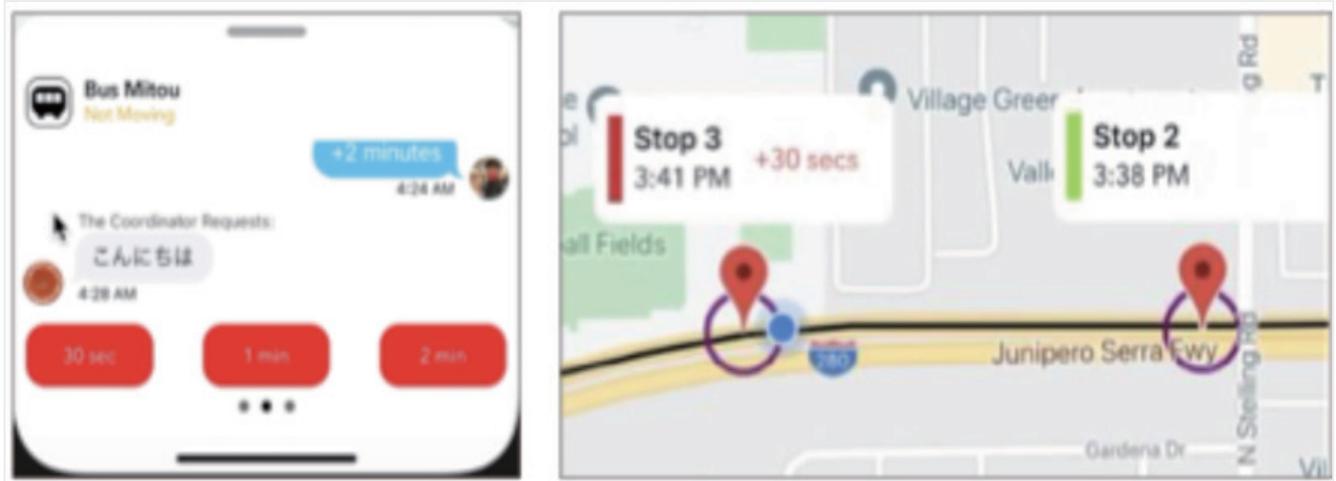


図-3 利用者とのチャット画面

未踏採択後に、酒井さんは本プロジェクトに集中するため、進学予定であるデューク大学で1年間のGap Yearを取得し来日している。日本滞在中は、HLABが主催する生活をともにしながら学び合う、レジデンシャルカレッジの取り組みにも参画し、米国での修学経験や未踏での取り組みを共有している。未踏終了後はデューク大学で本格的にComputer Scienceを学ぶ予定であるが、未踏での経験を活かし、米国でもFindYourBusを展開し、さらには国際的に活躍する未踏クリエイターへと成長してもらいたいものである。（藤井彰人PM担当）

[関連URL] <http://findyourbus-app.com>

[統括PM追記] 3歳から米国で生活というと、日本語はほぼだめという感覚がある

が、ご両親の教育方針がしっかりしていたせいか、酒井君は完璧なバイリンガル。それでも当初はあれっというところがあったが、未踏期間中にシェアハウスで社会的意義のある活動をして磨きがかかった。彼は未踏育ちの、FindYourBusに限らず、本物の国際貢献ができる人材に育つ予感がする。なんといっても素直な性格が素晴らしい。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)

▲ 新型コロナウイルスに関する内容の可能性のある記事です。

新型コロナウイルス感染症については、必ず1次情報として厚生労働省や首相官邸のウェブサイトなど公的機関で発表されている発生状況やQ&A、相談窓口の情報もご確認ください。またコロナワクチンに関する情報は首相官邸のウェブサイトをご確認ください。※非常時のため、すべての関連記事に本注意書きを一時的に出しています。



着られる手書き文字入力デバイスwearbo

♡ 4



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2021年8月15日 00:12



篠田 和宏 (しのだ かずひろ)

佐野 由季 (さの ゆき)

原田 珠華 (はらだ たまか)

安齊 周 (あんざい しゅう)

スマートグラスを身に着けて外出するという近い将来, どこまでも手ぶらで行動したい. メッセージを送るために文字を入力したいけれど, 音声入力のための声は出しにくいという状況も多いだろう. そこで4人は, 衣服のように身につけられる手書き文字入力デバイスwearbo (ウェアボ) (図-1) を構想した.

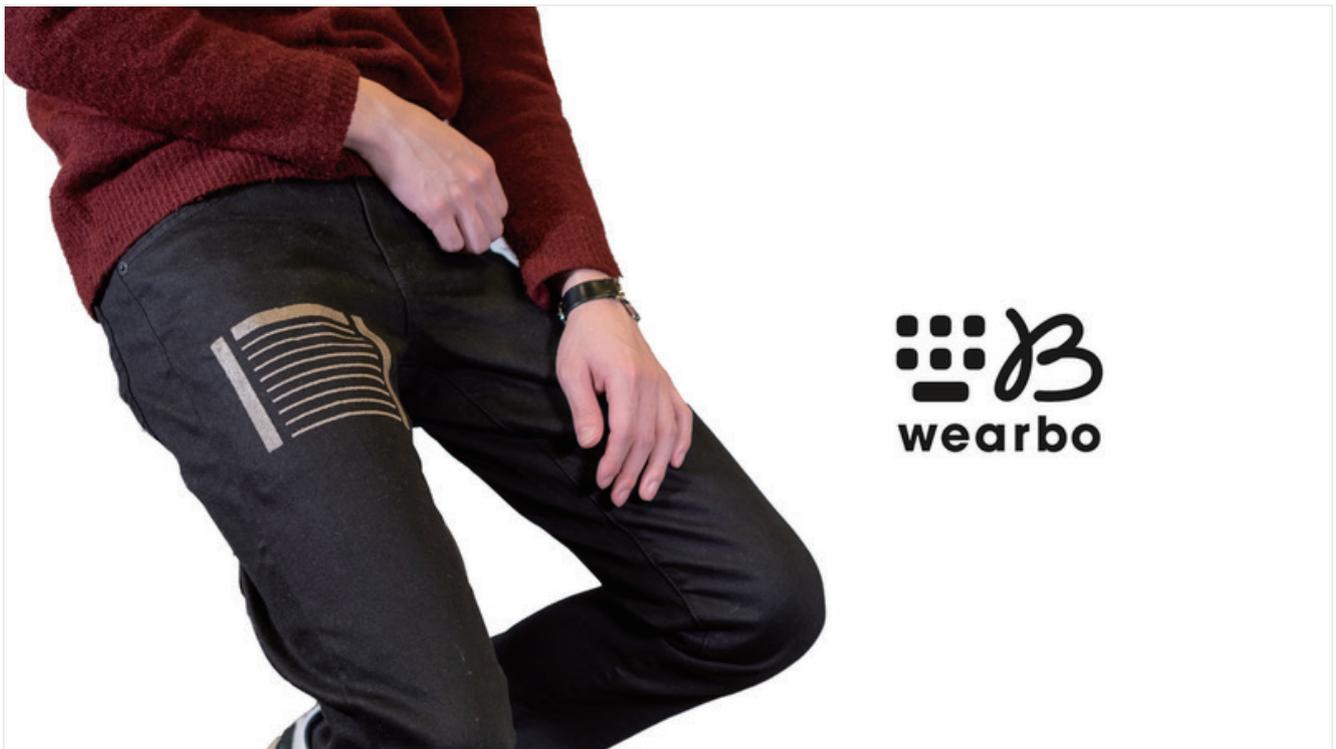


図-1 着られる手書き文字入力デバイスwearbo

このデバイスにはプロトタイプがあった。3×3のマトリクス状に配置された電極で指のタッチを認識していた。しかしこのプロトタイプには、決められた領域にぴったり合わせて文字を描かなければならないという不便さや、電極を増やすと回路規模が増えていくという問題が残った。

そこで今回彼らは、電極をストライプ状にし、それに合わせた文字認識ソフトウェアを開発した。ストライプ状電極から得られるタッチ情報は1次元になってしまうので、どうしても識別が難しい文字（nとuなど）は残る（図-2）。そこで、文脈を考慮した推定も行う。

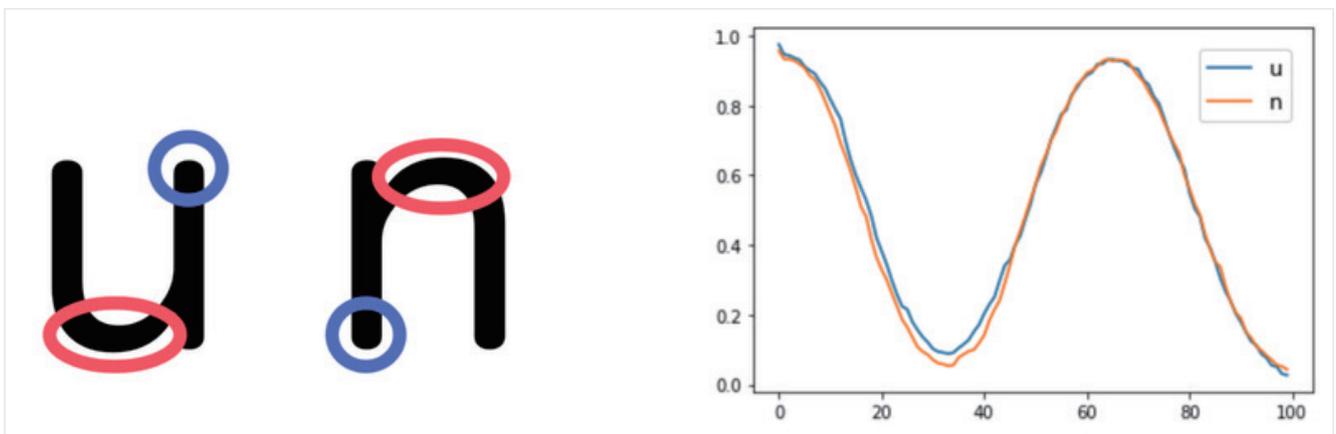


図-2 1次元文字認識方式

ハードウェア面では、まず、センサである電極を本物のジーンズに縫い込んだ(図-1)。これで、使いものになるかどうか確認できるし、実際の利用シーンを人に見せられる。センサとはいえ洋服なので、洗濯できないといけない。そのため、M5StickCを使った回路部は磁石でくっつけたり切り離したりできるようになっている。使用時、回路部はジーンズのポケットに入れるので、着用時の見た目はただ模様の入ったジーンズであり、あくまで手ぶらである。

プロジェクトの期間中、ハードウェアがまだない状況でもソフトウェアの開発は進めたい。そのためには、センサ部を模擬する何かが必要である。そこで、タブレット上で動作するシミュレータを開発して、それを使って手書き文字入力の1次元データを取得した。

センサ部や文字認識については、ほかにも、成果物からは見えにくい取り組みがたくさんあった。センシングの方式として静電容量方式に加えて抵抗膜方式の試験、ストライプ状センサを傾けてみる実験、複数の文字認識方式の比較、などである。文脈からの文字推定のためには、文字入力ソフト、たとえばいわゆるIMEやエディタなどの側が推定を行う必要があるため、成果報告会に向けて文字入力ソフトの開発も行った。

文字入力のデモは、成果報告会ではあまりスムーズにできなかった。しかしその2日前、内輪のデモではとてもうまくいっていた。まさにマーフィの法則—失敗す

る可能性のあるものは失敗する—というやつである。認識の安定性に課題はあるが、認識精度は手間と時間をかければまだまだ向上するのであるし、また、彼らでなくとも取り組めることでもある。

ここまでですでに内容てんこ盛りゆえ、危うく書き忘れそうになったが、成果報告会で彼らはone more thingを出してきた。ハンカチ型インタフェースである

(**図-3**)。折り畳み方によって、5通りに機能する：タッチキーボード、手書き文字入力、数個のボタン入力、拳銃型、縦笛型。ある方は、(文字入力デバイスより) こっちのほうが全然いい！という感想を下された。

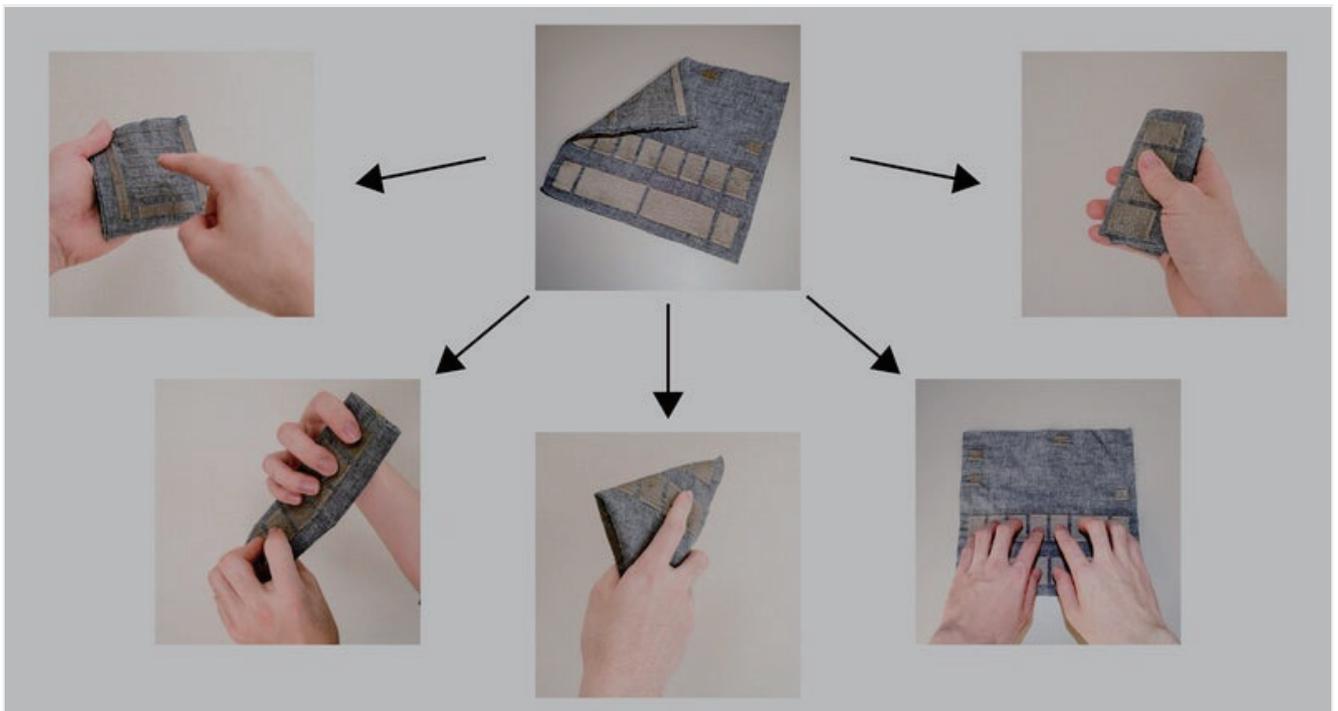


図-3 ハンカチ型インタフェース

着用したり折り畳んだりできるような柔らかいインタフェースの可能性を、言うだけでなく、現実のものとしてさまざまな形で見せてくれた。4人ともスーパークリエイター認定された。篠田君は開発リーダーを務めたほか、文字認識の手法に取り組んだ。佐野さんはハードウェア全般、原田さんは入力データ収集用シミュレータ、安齊君はタッチ認識手法の実験・検討やデモ用ソフトの開発に取り組んだ。one more thingのハンカチ型インタフェースは篠田君の作品である。（首藤一幸PM担当）

[関連URL] <https://wearbo.com/>

[統括PM追記] コロナ禍で、4人で1つのモノを作り上げるというのは、大変制約の強い作業だったと思う。それにしても、想定外のハンカチ型インタフェースには驚いた。風呂敷文化の日本人でなければ出てこない発想だ。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



VRを用いた野球球審ジャッジトレーニング

♡ 2



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2021年8月15日 00:13



菅野 龍太 (すがの りゅうた)

菅野龍太君は、幼少期から学部まで継続して野球をプレーし続けてきた。しかし、アマチュア野球において、球審のストライク・ボールの判定（ジャッジ）のミ

スが問題視されている。菅野君は、このジャッジのミス（誤審）を改善するために、VRを用いたジャッジトレーニングシステムStrikeCallを開発した。ユーザは野球場、投手、捕手、打者が配置されたVR空間において審判の視界を体験し、投手が投げる球に対してジャッジを下すことでトレーニングを行うことになる

(図-1) .



図-1 バーチャル世界におけるユーザの視点

このStrikeCallは、テストモードとトレーニングモードに分かれており、まずテストモードではユーザの誤審率を測定する。そしてトレーニングモードでは、ジャッジ技術を高めるため、軌道の可視化、ゾーンの可視化、異判定類似軌道の提示など、さまざまな情報をユーザに与える。VR空間内の各オブジェクトの動作は、実世界でのそれらの動きに基づいた、それぞれの3Dモデルの動作によって再現する。なお、ユーザが時間や場所、道具の制限なくトレーニングを実施できるように、スマートフォン用VRゴーグルを用いて利用可能なアプリケーションとして実装している。

StrikeCallでは効果的なトレーニングを行うために、投手が投じる投球軌道をリアルに再現している。具体的には、投球軌道上の1点における3次元座標・3次元速度・3次元加速度の3種類×3軸の9つのパラメータから、等加速度運動として軌道を算出する。9つのパラメータはユーザ自身が調整をすることができ、つまりユーザは自身がイメージする軌道を自由に作り出してトレーニングすることができる。また、ユーザが球種、球速、軌道変化の大きさ、投球コースをそれぞれ選択することで、それらの特徴を再現するための9パラメータを算出し、そのパラメータからさらに軌道を算出することで、ユーザがイメージする軌道をリアルに再現している。また、実世界で球審のジャッジに影響を与える要素である「打者の動作」そして、「フレーミング」として知られる、捕球時にミットの位置をストライクゾーン方向にわずかに動かす「捕手の技術」もリアルに再現している (図-2)。ユーザはそのような影響の中でも正確なジャッジを下すためのトレーニングが行えるようになった。

ている。



図-2 作成した捕手のフレーミング動作

菅野君は、プロジェクト期間中にStrikeCallを用いたトレーニングによる実世界のジャッジ技術向上効果を検証した。さらに本プロジェクトでは、VRを用いたバーチャル世界ならではの情報提示を行うことで、これまで言語化が難しく、効果的なトレーニング方法がなかった人間の能力を拡張できることを示した。これらは元NPB（日本プロ野球）審判の（株）運動通信社坂井遼太郎氏、および元高校野球審判の筑波大学川村卓准教授からも高く評価されている。

今回開発されたVR技術は、野球以外のスポーツやスポーツ以外の分野に応用することができる。今後、菅野君が継続的に効果の検証を行うことで、学術的エビデンスに基づいたトレーニングシステムとしてユーザ層を広げることにつながると期待できる。（稲見昌彦PM担当）

[統括PM追記] このプロジェクトで面白かったのは、システム開発の技術的側面だけでなく、フレーミングといったある意味「騙しのテクニック」が、人間が行い、人間がジャッジするスポーツの楽しさの1つになっているという事実である。ジャッジミスが多すぎては興ざめだが、100%完璧ではないことにも意味があるらしい。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



ハードウェアセキュリティ検査システム MicroFuzz

♡ 1



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:13



杉山 優一 (すぎやま ゆういち)

杉山君は、ソフトウェアセキュリティ検査で利用されるファジングという技術を使って、ハードウェアであるプロセッサのセキュリティ検査を行うためのMicroFuzzというシステムを開発した。

バグというと、一般的にはソフトウェアに含まれるものと考えられているが、今日のプロセッサでは、その実装にマイクロアーキテクチャを利用しているものが多く、そのコードにバグが含まれているとプロセッサ自身がバグを抱えることになる。

たとえば、近年ではSpectreやMeltdownといったプロセッサのバグによってソフトウェアの保護機構をすり抜けるような問題も発生している。

プロセッサ設計のステップは図-1のようになっているが、製造までの各ステップにおいてバグが入り込む余地があり、少なくともRTL（Register Transfer Level）実装の前にはバグを見つけ出し、修正しておかなければならない。

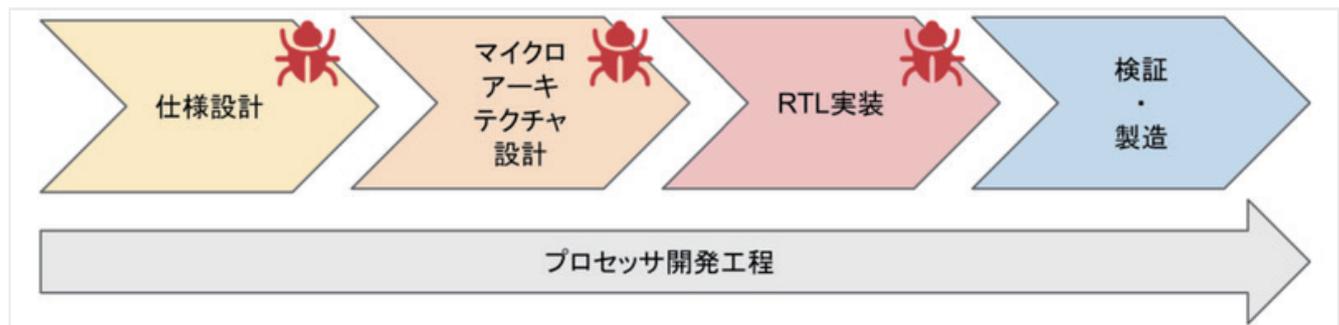


図-1 プロセッサ設計のステップ

本プロジェクトの特徴は、これまでプロセッサのテスト手法としてあまり注目されてこなかったファジングを用いて、RISC-Vプロセッサ向けのファザーであるMicroFuzzを開発し、従来のRISC-Vプロセッサのテストツールに比べて効率良くRISC-Vプロセッサのテストを可能にしたことである。

従来のRISC-VテストツールであるRISC-V Complianceは事前に用意されたユニットテストであるため、テスト対象となる各プロセッサのマイクロアーキテクチャ実装に合わせたテストが行えず、テストカバレッジが限られていた。MicroFuzzは実行時の情報を利用することで、テスト対象となる各プロセッサのマイクロアーキテクチャに合わせた命令列を生成し、高いテストカバレッジを達成できる。

実際のファザーの動作と全体像を**図-2**に示す。ファザーは以下の6つの操作で構成され、(1) から (6) の操作を順に実行し、それら一連の操作を繰り返す。

- (1) スケジューラはシード集合からシード入力を選択する
- (2) 変異アルゴリズムを用いてシード入力の一部を変更した入力（テストケース）を作成する
- (3) RTLシミュレータ上でその入力（テストケース）を用いてテスト対象のRISC-Vプロセッサを実行する
- (4) 監視プログラムはテスト対象のRISC-Vプロセッサの動作を監視し、実行時の

情報をファザーにフィードバックする

(5) ファザーはフィードバックされた情報に基づいて入力（テストケース）を評価し、重要な入力（テストケース）を選別する

(6) 重要な入力はサイズが縮小され、シード集合に追加される

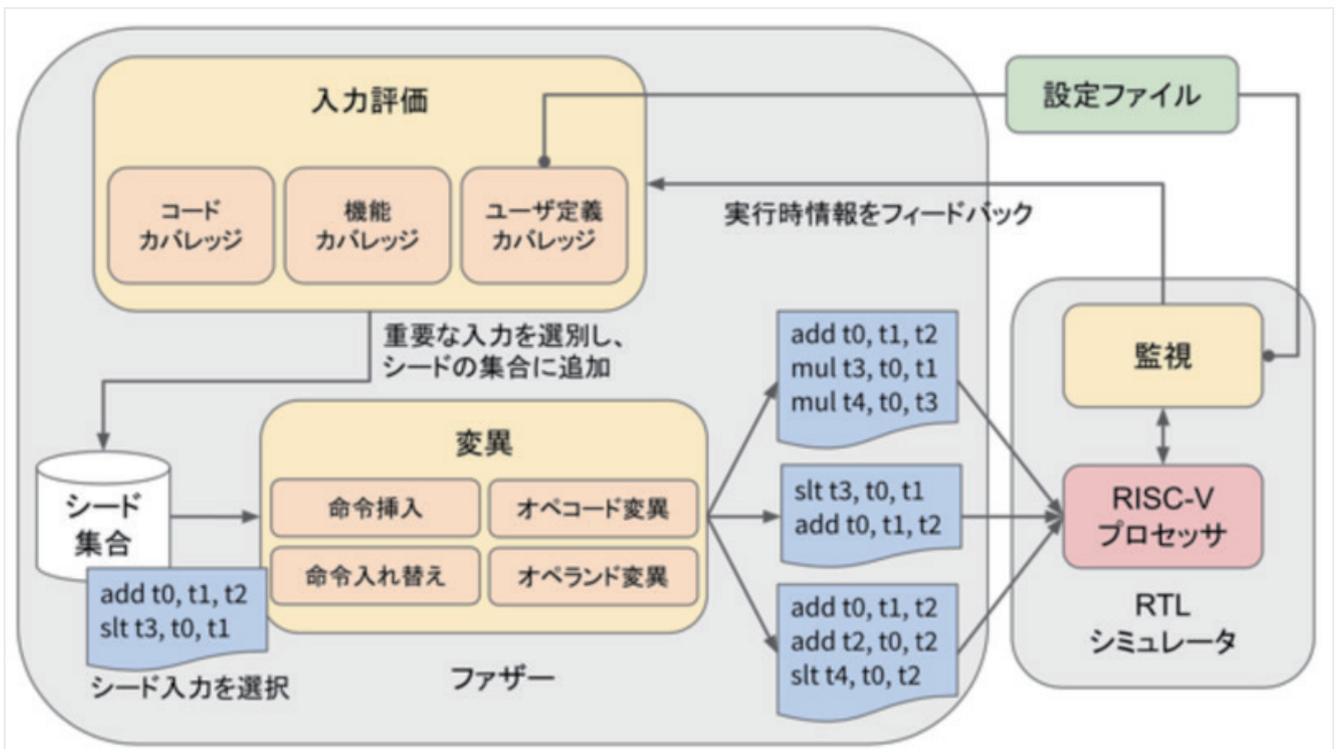


図-2 MicroFuzzの動作の構造

上記のようなシステムを完成させたことはもちろんであるが、特筆すべきは実際に既存のテストツールを用いてすでにテストを行っているRISC-Vプロセッサからも、MicroFuzzによって未発見のバグ・脆弱性を発見することができたことである。

る.

実際に検出したバグは以下の杉山君のGitHubアカウントにおいて公開されており、実際のシステムを開発しただけでなく、しっかりとこのシステムでバグを見つけたことは素晴らしい。

<https://github.com/lowRISC/ibex/issues/1277>

<https://github.com/lowRISC/ibex/issues/1282>

<https://github.com/rsd-devel/rsd/issues/37>

<https://github.com/rsd-devel/rsd/issues/38>

<https://github.com/rsd-devel/rsd/issues/39>

(田中邦裕PM担当)

[統括PM追記] ハードウェアにもバグがある。昔、竹内も仲間と自作したプロセッサにバグがあり、LSIチップを作り直す予算はないので、それらのバグを回避しながらその上にリアルタイムOSを書いたことを思い出した。実際にLSIにする前にこういうテストが行えていたらと思うと、技術の進歩、というか杉山君の力を実感せざるを得ない。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)

▲ 新型コロナウイルスに関する内容の可能性のある記事です。

新型コロナウイルス感染症については、必ず1次情報として厚生労働省や首相官邸のウェブサイトなど公的機関で発表されている発生状況やQ&A、相談窓口の情報もご確認ください。またコロナワクチンに関する情報は首相官邸のウェブサイトをご確認ください。※非常時のため、すべての関連記事に本注意書きを一時的に出しています。



誰でも簡単に使えるカット加工機 TinyFabrica

♡ 2



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:14



関根 史人 (せきね ふみと)

3Dプリンタやレーザー加工機などデジタルファブリケーション機器は、産業向けに限らず一般ユーザ向けにも広く普及しつつあるものの、まだまだ誰もが気軽に使えるとは言いがたい。関根さんは、子どもたちやPCに不慣れな人たちでも簡単に利用でき、デジタルファブリケーションの楽しさを体感できる TinyFabrica を開発した。

TinyFabrica は、電熱線による発泡スチロールカット加工機と、簡単にカットデータを生成できるAndroid端末で動作する SyCV3 アプリケーションから構成されている (図-2)。カットしたい図面を紙に描き、SyCV3アプリで撮影すれば、加工機本体にデータが伝送され正確に図形がスチロールカッターでカットされるという仕組みである (図-3に活用例を示した)。



図-1 Tiny Fabrica 9 とスチロールカットの例

カット加工機は、電熱線を固定し、材料である発泡スチロールを前後左右に動かすことでカット動作を行っている。設計にも工夫を凝らし、安全・安価で組み立て可能な誰もが使えるカット加工機を実現している。

注目すべきはそのその加工スピードである。撮影からカット終了まで数分というすばやかさは、アイデアがモノとして出力される楽しさを実感させてくれる。UXの観点からも、子供たち向けのワークショップで好評を得られたのも頷ける。



図-2 SyCV3 カット図形読み込みアプリ



図-3 Tiny Fabrica 活用例（ポップ作成，立体模型など）

未踏採択期間中に、私が驚かされたことは関根さんの TinyFabrica に対する「熱すぎる」とも言える情熱である。採択当初は、ソフトウェアの開発を中心にワークショップをしながら改良と応用例の充実を計画していたのだが、加工サイズを大型化した TinyFabrica 10, さらに構造を強化した TinyFabrica 11, ビジネス向けにアルミフレームでダイヤモンドワイヤーソー加工が可能な TinyFabrica Pro と想定以上の開発してしまったのである。

イノベーションの原点はプロダクトに対する情熱だと再認識させられた出来事で

あった。

関根さんは、未踏期間中にファブリケーションに最適なラボ設備のある、シェアルームに転居している。コロナ禍でオンライン中心となり、ワークショップの開催や外部ラボの活用、また仲間づくりも難しい中、このような開発・生活環境もプラスだったのだろうと思う。クリエイターたちがその情熱を十二分に発揮できる施設も大切であることをPMとして考えさせられた。

関根さんは、未踏期間終了後に、機器のレンタルや販売、ワークショップの実施などの本格化を計画している。子どもたちまたは手芸家などが気軽に使えるデジタルファブリケーションで新しい世界を切り開いてもらいたい。（藤井彰人PM担当）

[関連URL] <https://sknjpn.com/>

[統括PM追記] 藤井PMが書かれているとおり、関根君はかなり熱い情熱に突き動かされている。何かに夢中になると、ほかを忘れてしまうようだ。図-3をよく見ていただきたい。実は単なる発砲スチロールカットを超えた妙なものがたくさん見える。これからが楽しみだ。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



非専門家でも手軽に使えるデータ駆動型深層 強化学習ライブラリ

♡ 2



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:14



妹尾 卓磨 (せのお たくま)

データ駆動型強化学習は、事前に集められたデータセットのみを用いてオフラインで学習を行うアプローチで、今まで強化学習を適用できなかった問題を扱うことができるということでアカデミアや産業界で注目を集めている。自動運転など実環境での学習の失敗が許されないような用途での応用が期待されているが、実際のプロダクトや応用事例がまだまだ少ない。最先端のアルゴリズムは理論の理解と実装の両方が難しく、また研究者の論文中のプログラムの追試・再現が難しいなどの課題が原因と考えられる。

妹尾君は、データ駆動型深層強化学習アルゴリズムをサポートした世界初のライブラリd3rlpyを開発した。このプロジェクトの中で評価用のデータセットも新しく整備し、非専門家でも手軽に使えるGUIソフトウェアMINERVAの開発も行った。

(1) 深層強化学習ライブラリ d3rlpy

d3rlpyはPython向けの深層強化学習ライブラリで、非常に短い数行のコードでオンライン学習・オフライン学習の両方の最先端のアルゴリズムが利用できる
(図-1)。

オンライン学習	オフライン学習
<pre>import d3rlpy import gym # prepare environment env = gym.make('Pendulum-v0') # prepare algorithm sac = d3rlpy.algos.SAC() # start training sac.fit_online(env)</pre>	<pre>import d3rlpy # prepare dataset dataset, _ = d3rlpy.datasets.get_cartpole() # prepare algorithm cql = d3rlpy.algos.DiscreteCQL() # start training cql.fit(dataset)</pre>

図-1 数行で始められる深層強化学習ライブラリd3rlpy

(2) データ駆動型強化学習向けデータセット

d3rlpyの評価と強化学習コミュニティへの貢献を目的として、データ駆動型強化学習向けのデータセットd4rl-pybulletとd4rl-atariの2種類をオープンソースとして公開している。無償で使えるデータセットが今までなかったためか、研究者の間でこれらのデータセットの利用が増えている。

(3) 深層強化学習GUIソフトウェア MINERVA

さらに、本プロジェクトではコードをまったく書かずに最先端のデータ駆動型深層強化学習の利用を可能にしたGUIソフトウェアMINERVAを開発した(図-2)。MINERVAはWebベースのソフトウェアであり、フロントエンドはReactによって構築し、バックエンドの強化学習アルゴリズムにd3rlpyを利用している。

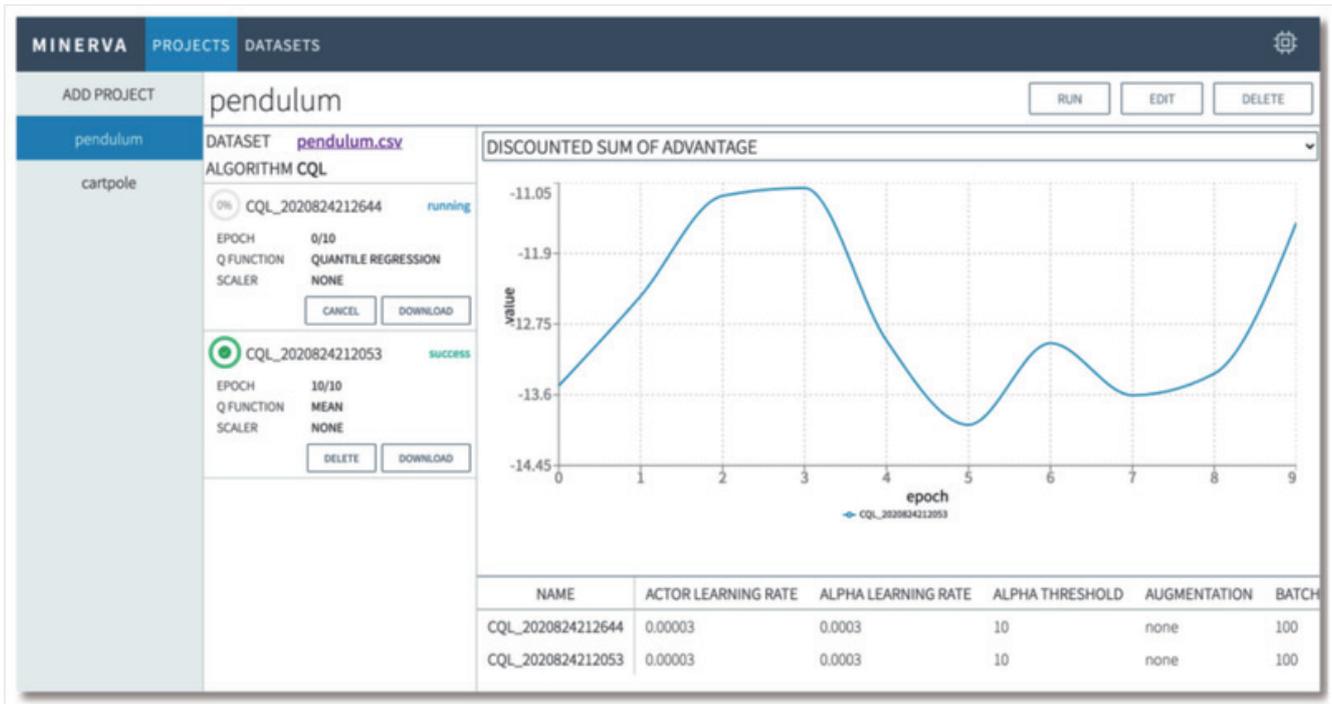


図-2 データ駆動型深層強化学習GUIソフトウェアMINERVA

本プロジェクトは早くから英語圏のドキュメントを中心にしてGitHub上で公開しながら開発を行った。本稿執筆時点ではd3rlpyは218を超えるスター、61件のissue報告、15件のプルリクエストが届いており、実際にこれらのライブラリを必要としているユーザの獲得に成功している。（竹迫良範PM担当）

[関連URL]

d3rlpyについては、<https://github.com/takuseno/d3rlpy>

d4rl-pybulletについては、<https://github.com/takuseno/d4rl-pybullet>

d4rl-atariについては、<https://github.com/takuseno/d4rl-atari>

MINERVAについては、 <https://github.com/takuseno/minerva>

[統括PM追記] 強化学習は、昔、竹内の研究室でも学生たちがゲームプログラムの腕を上げるためによく使っていたが、やはりしょせん遊びの世界だった。ロボット、自動運転、医療など試行錯誤が困難な実世界分野では、完璧ではないデータセットからでも効率よく短時間で学習できるデータ駆動型深層強化学習が今後さらに注目されるに違いない。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



アルゴリズムミック・ロボットデザイン

♡ 3



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2021年8月15日 00:14



秀島 裕樹 (ひでしま ゆうき)

ロボットに求められる形態や機能は多岐にわたるが、求められる要求に最も適したデザインや機構を設計していくことは難しい。

その一方で、近年のコンピューティング能力の向上によって、シミュレーション上でロボットを動かすことや、強化学習を用いて動作を学習させることなどが可能になり、アルゴリズムック・デザインやジェネレーティブデザイン、コンピューショナルデザインなどといった、プログラミングをベースとした設計手法も出てきた。本プロジェクトはそれらのデザイン手法を動きのあるロボットにも応用しようと挑戦である。

秀島君は、GrasshopperのプラグインやDLL（動的リンクライブラリ）を開発することにより、ロボットの形状を変化させながら動きを与え、評価することが可能となるシステム開発を行った。

これらのシステム構成は図-1のようになっており、PythonからDLLを呼び出すことでモデルの形状変化や、物理シミュレーションのPyBulletを用いての評価や最適化が可能になっている。また、設計ソフトであるRhincerosとGrasshopperおよびPyBulletを連携させることで、ロボットのデザインや構造をパラメータによって変化させながらリアルタイムにシミュレーション結果を確認できるとともに、シミュレーション上で得られる結果を実機製作へとつなげていくことが可能である。



図-1 システム構成

このシステムをもとにして、秀島君は凹凸のある不整地を走り抜ける車輪型ロボットを、人間が介在せずにアルゴリズムによって設計した。

今回の車輪型ロボットは、**図-2**のような二分木の構造となっており、それぞれの接続部分の長さなどをパラメータとして与えることができ、また、それぞれの接続部分は自由に動くようになっている。

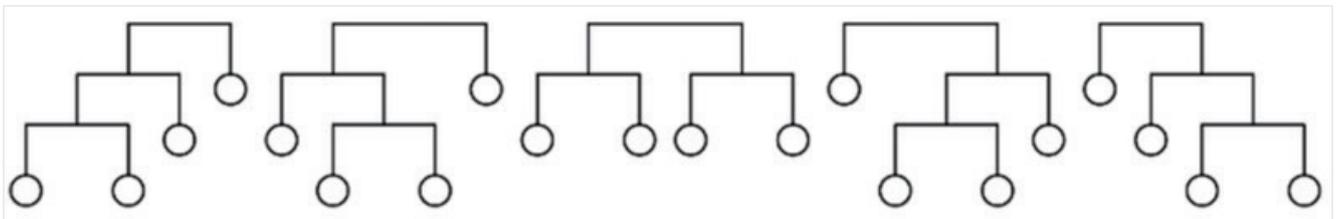


図-2 車輪型ロボットの二分木による類型化

このような一定の法則のもとで生成されるさまざまなモデルの中から、今回は、

6つの車輪等の条件を設けて、凹凸のある不整地をどれだけ長くかつ速く走行できるかどうかを評価し、遺伝的アルゴリズムによって、最適化していくとともに、大量に評価されたモデルの中から、最も評価が高いものを選択する。

その後、パラメトリック・デザインで事前に定義されているアクチュエータや部品を適用することで、詳細なモデルへと変換を行い、得られた部品を3Dプリンタで製作を行った。これらのステップは図-3の通りであり、実際に走行している様子が図-4である。

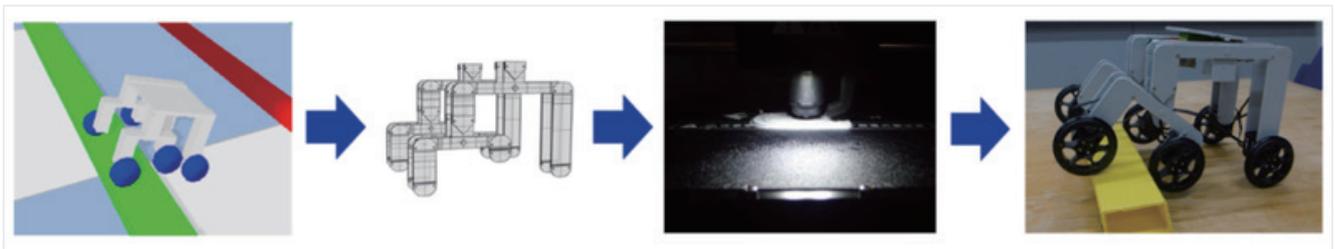


図-3 車輪型ロボットの製作工程

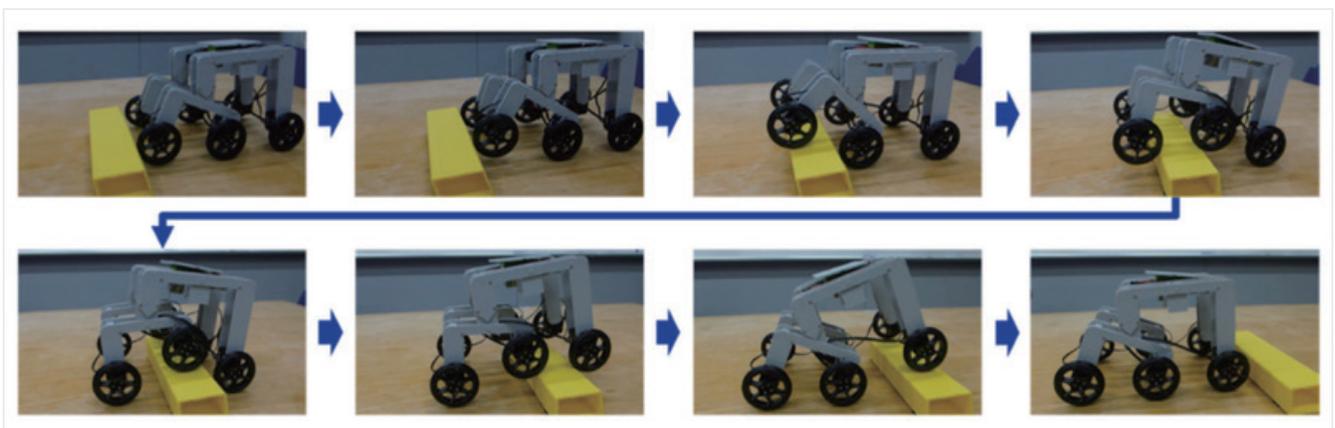


図-4 障害物を乗り越えていく車輪型ロボット

このように、最終的な形状に関しては人間が決めることはなく、アルゴリズムによって大量の選択肢の中から最も評価の高いモデルを選択することができたことは今後の応用にもつながる面白いプロジェクトであったと思う。（田中邦裕PM担当）

[統括PM追記] 正直なところ、竹内には最初とても心配なプロジェクトだった。しかし、秀島君が目指していることを具体的に示すことができる車輪型ロボットの発想が出てからはあれよあれよという間に説得力抜群の成果につながった。「デモが命」とはよく言うが、目指しているものをドンピシャのデモで示すことの重要性を改めて感じた。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



シェーダライブコーディング・アーカイブシステム

♡ 3



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:15



平井 龍之介 (ひらいりゅうのすけ)

平井君は、シェーダライブコーディングを効果的に記録・再生・共有するためのプラットフォームLiCoを開発した。日本ではメガデモという呼称が有名だが、なめらかに動く美しいCGアニメーションと、それに同期した音楽をリアルタイムにレンダリングするプログラムはデモシーンと呼ばれ、古くから親しまれているハッカー文化の1つである。昔はAmigaのデモシーンなどでコンピュータの性能限界ギリギリまでグラフィクスを演算・描画するプログラミングの超絶技巧テクニックを学んだ人もいるだろう。デモシーンはコンピュータの進化とともに世代を超えてコミュニティも発展しており、近年はGPU利用を前提としたGLSLシェーダプログラミングの描画表現の創作活動も増えてきている。

本プロジェクトでは、シェーダプログラミングの持つ「コードがあればグラフィックを復元できる」という特徴を活かして、「コードに対してどのような編集がどの時間に実行されたか」というコードの時間差分データを用いてプログラミングの様子をリアルタイムに記録・再生するプラットフォームLiCoを作成した (図-1)。



図-1 シェーダライブコーディングシステムLiCoの動作画面

初学者にとってシェーダコードの描画コンセプトの特殊性や数学的な知識が参入障壁となり得ることを受けて、それらの難点を取り除いてライブコーディングの面白さに触れてもらうために、新しいグラフィック表現ツールDynamisを開発した(図-2)。

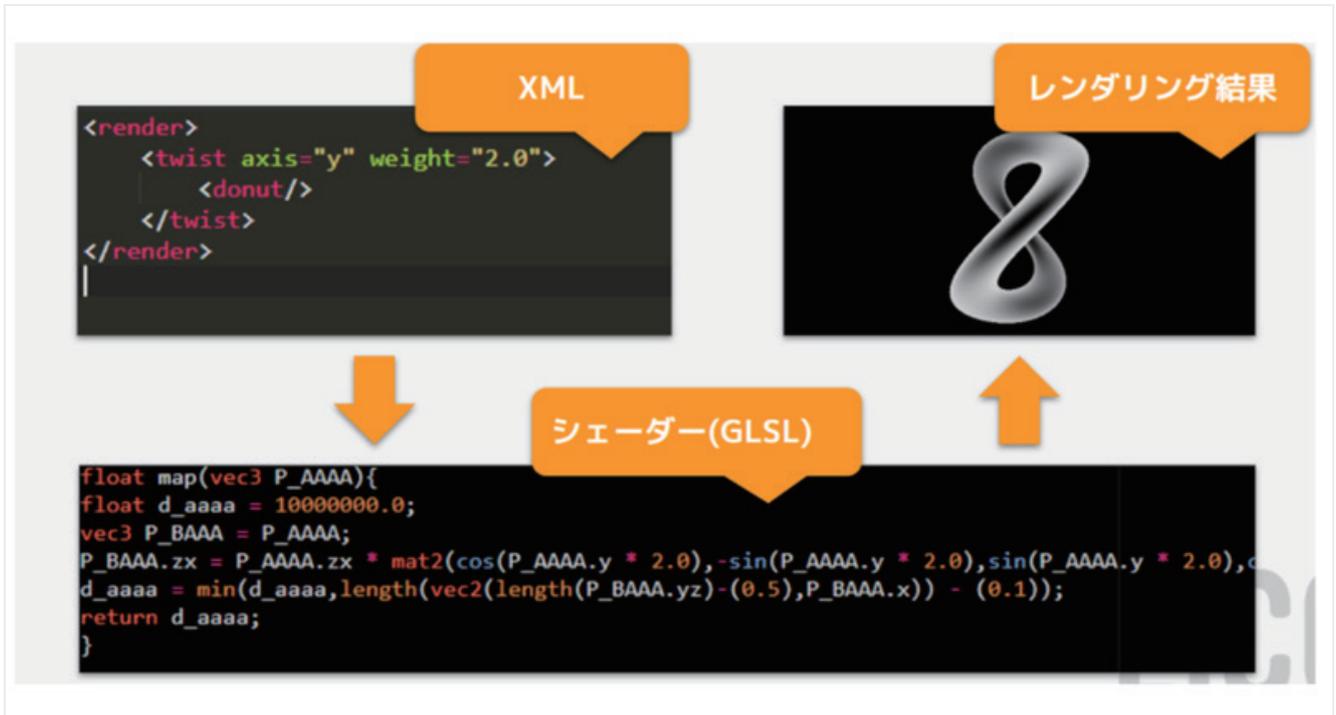


図-2 DynamisはXMLをGLSLに変換しレンダリングする

Dynamisでは「sphere（球体を生成する）」「rot（座標系を回転させる）」といった操作を意味するタグをXML形式で記述することによって立体の符号付距離関数を生成することができ、レイマーチングと呼ばれる手法を用いてシェーダを知らない人でも直観的なグラフィック表現やライブコーディングによるパフォーマンスを行えるようにしている。

このようなシェーダライブコーディングの制作過程を重視した体験を共有できるサービスは、今後のGLSLプログラムの裾野の拡大に大きく貢献できる可能性が高い。GLSLはスマートフォン上でも実行できるため、SNS上で流通したデモの再生

をきっかけに小中学生がプログラミングに興味を持ち、プログラムの奥深さに嵌る若手ハッカー人口が増え、CGレンダリング技術とサブカルチャーが世代を超えて継続して発展していくことを期待している。（竹迫良範PM担当）

[関連URL]

Licoについては、<https://lico-shader.net/>

デモ作品については、https://twitter.com/lico_shader

[統括PM追記] 平井君は竹迫PMの弁によると「自信のなさ、周りからの評判を気にしすぎる傾向」が気になったとあるが、どうしてどうして、結局プロジェクト前半にシステムの大枠を作り終え、あとは本人もシェーダライブコーディングを楽しみながら、素晴らしいシステムを仕上げた。ぜひ、デモ作品を見ていただきたい。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



ヘアアイロン使用補助システムColor-Path

♡ 2



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2021年8月15日 00:15



松井 菜摘 (まつい なつみ)

ヘアアイロンで上手に髪を巻きたい！という思いは女性なら誰もが一度は抱いたことがあるのではないかと。最近ではおしゃれな男性もヘアアイロンを使って自在に

髪の毛をアレンジするのだとか。しかし、ヘアアイロンをうまく動かして、思い通りの髪型にするのは簡単ではない。ヘアアイロンを購入したものの断念してしまう人のなんと多いことか。

松井さんは、ARフィルタを用いてヘアアイロンの上手な動作を再現するための補助システムColor-Path（カラパス）を開発した（**図-1**）。ユーザが持っているヘアアイロンに加速度センサと100均ショップで買えるカラーマーカ（シール）を取り付け、システム内の巻き髪ライブラリから作りたい巻き髪を選択すると、画面にヘアアイロンの動かし方が提示される。ユーザはこの提示に合わせてヘアアイロンを動かしていけばよい。こうして誰でも簡単に髪を巻くことができるようになる。



図-1 ヘアアイロンデバイス

図-2は提示画面の一例で、カメラで撮った自分とお手本の映像が重ねて表示されている。ヘアアイロンの動かし方の指示は分かりやすい色と図形で表示される。手

本動画を半透明にした映像（ゴーストという）に重なるようにしながら，ユーザはヘアアイロンのカラーマーカを認識したい丸い提示（ゲートという）に合わせ，ゲートの下の部分の棒（スティックという）とヘアアイロンの姿勢を合わせていく．左右の傾きが手本に近づくとスティック内の色が変わり，前後の傾きが手本に近づくとスティック横の三角形のアイコンの色が変化する．水色の点線で表された円に顔が合うようにすることでおよその距離を一定に保つ工夫がされている．

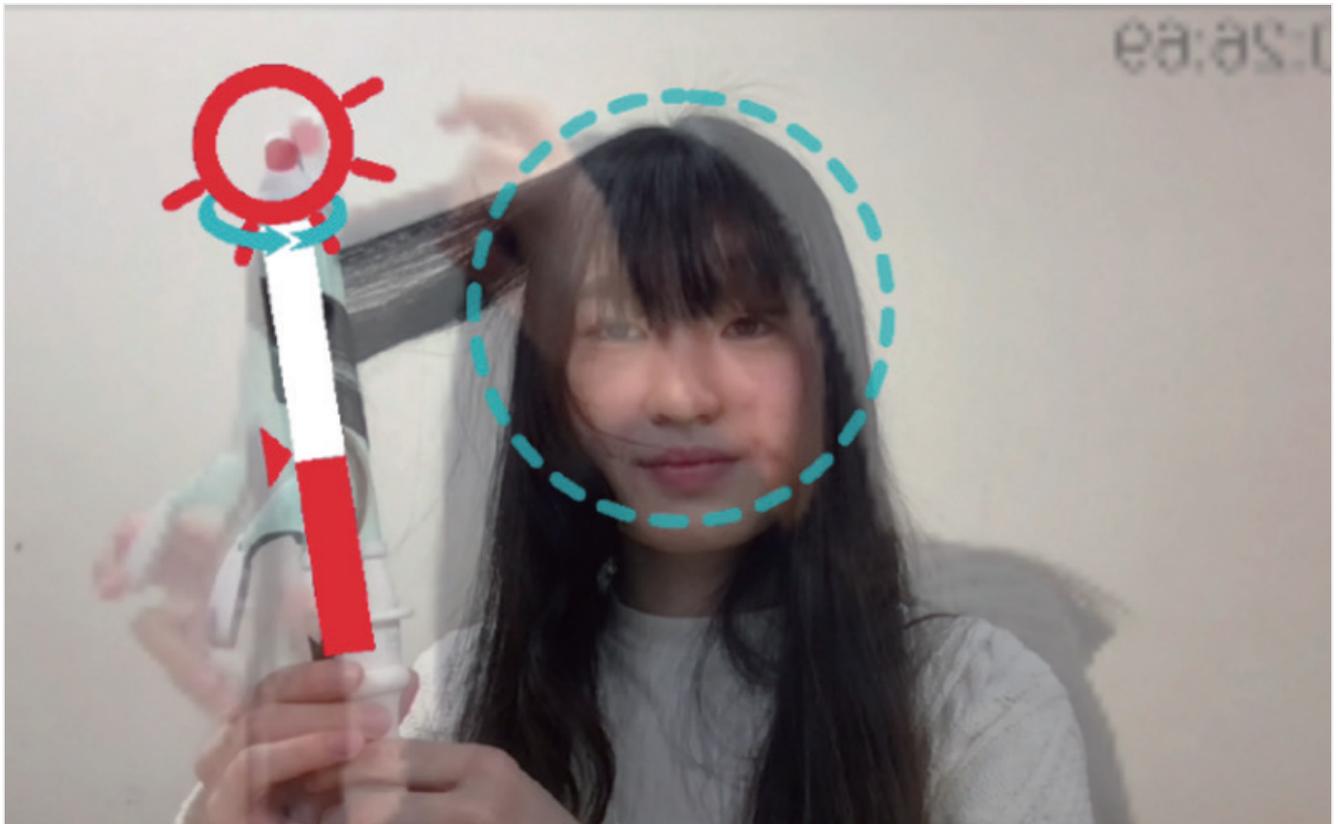


図-2 使用時のシステム画面

出来上がりは実にシンプルで使いやすいデバイスとシステムに仕上がったが、ここに至るまでに多くの試行錯誤があった。まずデバイスは、マイコンへの電源供給を有線で行うとヘアアレンジ中のヘアアイロンの回転によりヘアアイロン本体の電源コードに絡まってしまう。重くて動かすのも大変だった。最終的にはヘアアイロンに履かせるスカートのようなオリジナルモバイルバッテリーケースを松井さんが縫って作成し、コードレスで稼働する安価で軽量のデバイスとなった。

システムでのヘアアイロンの動かし方の提示では、鏡で見える左右や奥行の位置情報、傾き角度や回転情報といった3次元情報を、2次元の画面に直観的に分かりやすく提示しなければならず、これも簡単ではなかった。カラーシールを使った認識のアイデアが出たあとも、色の変化の順番をユーザに覚えてもらう必要があるのか、どのように提示するとよいかなどを、何度も試行錯誤して探っていった。結果的に矢印に勝るものはないということで立体に見える矢印のイラストで回す方向を伝えるというシンプルな仕上がりとなった。

この過程で印象的だったのは松井さんの発想の豊かさである。ヘアアイロンのゲートだけでなく、どちらの方向から入れるとよいかの提示を三角で表現して「魚に見えたので『魚ゲート』です！ヒレ（三角の部分）は～」と説明したり、ヘアアイロンの姿勢も併せて提示することで『魚串ゲート』になったり (図-3)。キラリと光るアイデアや天真爛漫な発想が多く、そういったアイデアが湧き出て実装をしていった様子はまさにスパクリに相応しい。

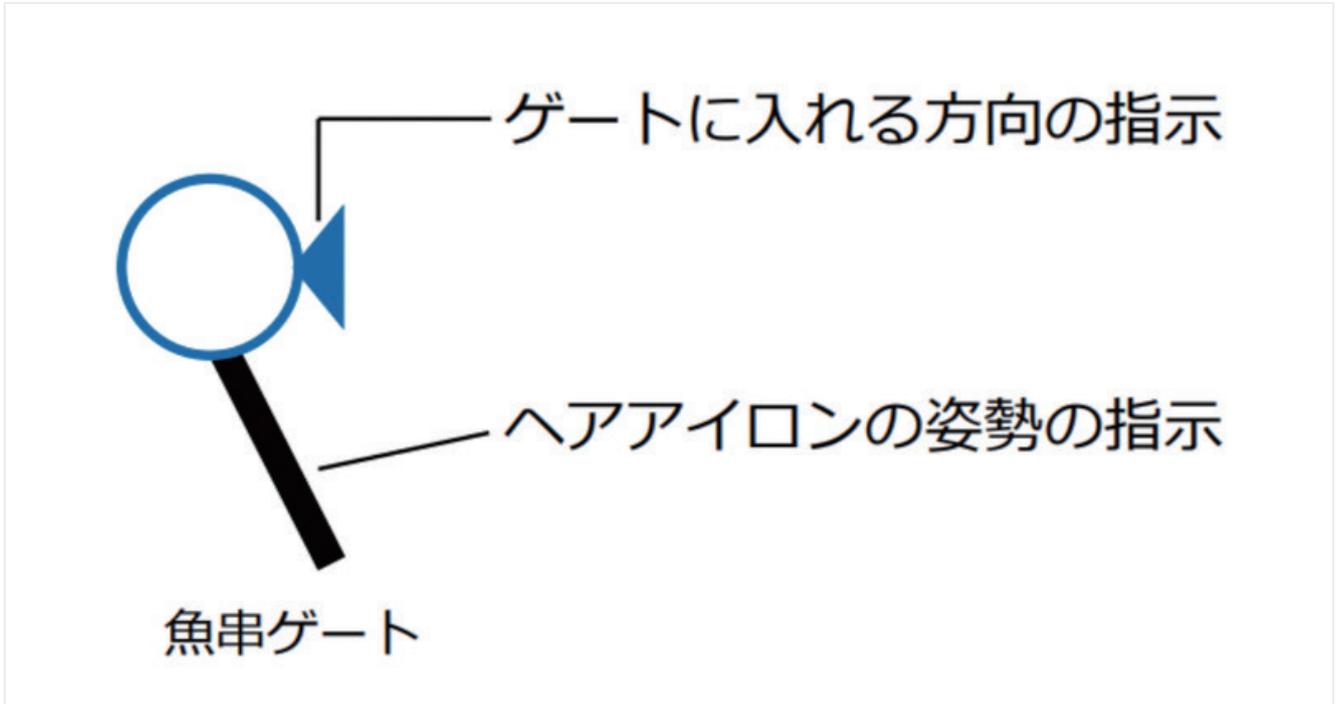


図-3 「魚串ゲート」のアイデア

私はユーザの1人としてこのシステムを使用していたが、元々自分が持っていた（そしてほとんど使わずに洗面所の奥で忘れられていた）ヘアアイロンに手軽にシールを貼るだけ。準備段階からワクワクし、システム起動後には、ゲーム感覚のような「ピローン！」という効果音に合わせて巻いていくだけ。その過程がとても楽しかった。

松井さんは未踏終了後、プロの美容師さんをお願いをしてヘアアレンジ時のヘアアイロンの動きのデータを取らせてもらったそうである。美容師さんも物珍しさからかなり興味を持って楽しんで使っていた様子であった。今後は動きの再

現だけでなく、より手本の髪型の見た目を再現するために、見た目にかかわる制御パラメータが何なのかについて深く調査してそれを実装に活かしていきたいと意欲的である。（五十嵐悠紀PM担当）

[統括PM追記] 未踏期間終了後のあるPM会合（TV会議）で、五十嵐PMの髪型が急にショートカットになったので伺ったら、まさにプロジェクト期間中は松井さんのために髪の毛を（いつもと違い）伸ばし続けたとのこと。クリエイターとPMは一蓮托生ということが実地で示されたエピソードである。

（2021年6月30日受付）

（2021年8月15日note公開）



チョーカー型汎用触覚デバイス

♡ 1



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2021年8月15日 00:16



森田 崇文 (もりた たかふみ)

糴山 陽紀 (もみやま はるき)

栃本 祥吾 (とちもと しょうご)

我々がスポーツをする際、視覚だけでなくプレー中に発生する音を頼りにプレーをしており、プレーに使用される聴覚情報は全体の約20%を占めていると言われていた。クリエイターの森田君、糸山君、栃本君が聾学校でインタビューをしたところ、スポーツで音が聞こえなくて困っている、卓球などの一部のスポーツでは音を感じてみたい、という回答が得られたそうである。さらに、彼らは聴覚障がいのある子供たちはスポーツの技能が上達しづらく、それが原因でスポーツにおいて自己効力感や達成感を感じにくいという課題を発見した。

そこで、音情報を触覚（ハプティクス）情報に変換してプレイヤーに伝えるために、プレイヤーの首に巻きつけて使用するチョーカー型触覚デバイスkoloHartを開発した（図-1）。本デバイスは、入力情報としてスポーツ中に発生する音の強度・向き・タイミングを得て、出力情報として触覚の強度・向き・タイミングに変換してプレイヤーに伝える。これにより、音が聞こえない状態でもスポーツを楽しみながらプレーでき、また技能向上を加速することが期待できる。



図-1 チョーカー型触覚デバイスkoloHart

なお、本プロジェクトは広いユーザへの普及を目指すため、聴覚障がい者だけでなく、聴覚に不自由を感じていないユーザにも役立つような首元触覚による「超ビッド」な首元触覚を提示することを目指すことになった。そのために「感覚代行による日常生活の支援」と「新たな感覚獲得による人間の可能性の拡張」をビジョンとして掲げた。1つ目は、本プロジェクトの原点である、クリエイターと片耳難聴者との出会いから生じたもので、触覚による感覚代行で生活を支援したいという思いから。2つ目は、五感で感じるができないような情報を首元触覚でフィードバックすることにより、人間の可能性を拡張して新しい身体技能獲得や新しい気づきに出会える世界を実現するためである。

開発したkoloHartはさまざまな用途に沿ったカスタマイズが可能であり、スマートフォンと組み合わせた方向ナビゲーション機能、障害物の提示や居眠り運転防止などの危険アラート機能、ラケットからの触覚転移を用いたスポーツ上達支援（**図-2**）、音楽連携による体験の拡張などのシステムを実装した。

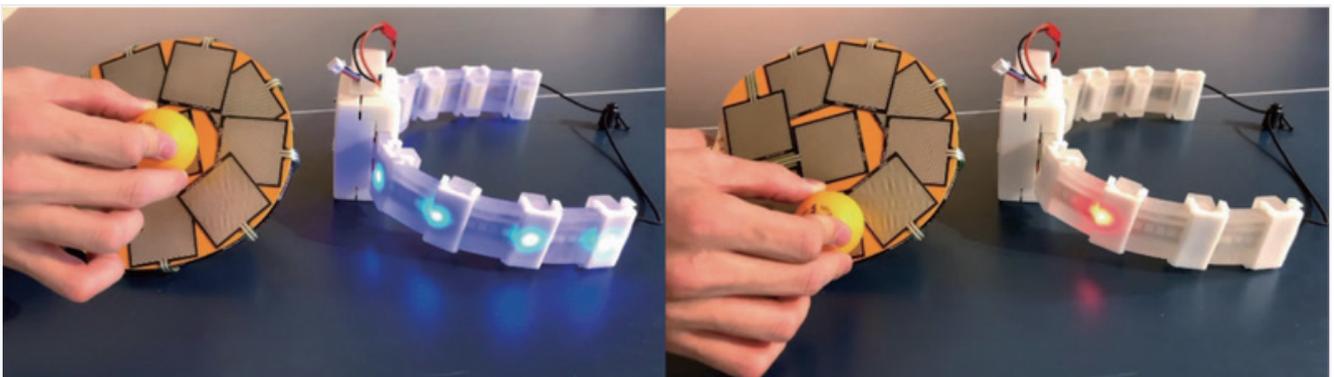


図-2 卓球ラケットの触覚転移

提案されたチョーカー型の触覚デバイスは、文字通り首に巻く。首元は、従来検討されてきた触覚提示部位と比較して求心性神経が多く、触覚に敏感であるのに加え、日常的に接触される機会が少なく、装着者への心理的な効果が大きいとされている。

さらに、体型による触覚検知への影響が小さくさまざまな人々に同等の触覚体験を提供できるという利点がある。

なお、首元に高品位な振動を与えることを主眼とした触覚デバイスはこれまでにほとんど存在しないため、本プロジェクトは触覚に関する各種製品や先行研究と比較しても高く評価できる。本デバイスは首元に360°方向から触覚提示を可能にし、単純振動での触覚提示だけでなく複雑な振動触覚も表現することができ、将来的には幅広い応用が期待できる。（稲見昌彦PM担当）

[統括PM追記] 聴覚障がい者向けという提案だったものが、誰もがその恩恵を楽しむことができるプロダクトへ見事にピボットしたと思う。彼らは学内のベンチャー活動教育の中で仲間になったという。とてもユニークな成果なので、ぜひ実用化につなげてほしい。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)



強力なグラフィック機能を備えた組版処理システムTwight

♡ 30



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021年8月15日 00:16



和田 優斗 (わだ ゆうと)

組版とは、書籍やパンフレットなどを作る際、文字や図をページに配置する作業のことである。Microsoft Wordを使って文書を作る作業は組版であるし、研究論文を書く人ならLaTeXを使う人も多いだろう。

組版ソフトウェアには、大きく分けて2種類ある。文書のテキストに指示を埋め込んでいく文字ベースの組版処理システムと、画面上で組版結果を見ながらそれを操作していくWYSIWYGエディタである。前者にはTeXや（未踏OBの諏訪敬之氏の）SATySFiが、後者にはWordやAdobe Illustrator, InDesignがある。

どちらにも利点がある。WYSIWYGはとっつきやすいが、文字ベースにも、文書から分けてスタイルを記述するゆえ再利用性が高かったり、文字ゆえ差分の把握やバージョン管理がしやすかったり、マクロ定義による拡張や自動処理が可能になる、といったさまざまな利点がある。

さまざまな利点がある文字ベースだが、これまで、視覚に訴えかける機能は重視されてこなかった。図の埋め込みくらいはできるがレイアウトは限られたり、字体、文字サイズ、角度、装飾、配置についての機能はかなり限られ、パンフレット、雑誌などの作成に使えるものではなかった。

この現状に対して、和田君は、グラフィカルな紙面を組める文字ベース組版処理システムTwightを開発した。XML, CSSを組版向けに改良した言語で記述し、

Twightに通すと、組版されたPDF文書が得られる。

百聞は一見に如かず、である。和田君がTwightで達成した組版の品質は、本当に驚かされる（**図-1**）。商業誌のグラフィカルな紙面を難なく再現して見せたかと思えば、論文や辞書のようなテキスト中心の文書も美しく組版する。一方で、見た目が美しいというだけではなく、組版の機能は実に質実剛健である。ほんの一部を挙げると、日本語組版処理の要件（JLReq）にしっかり準拠していたり、異体字を指定する方法は4通りに対応していたりする。

そしてこれはもはやお約束であるが、成果報告会での発表スライドも、当然（?）、Twightで作成してくれた。

和田君は小学6年生の頃に書体、つまりフォントに興味を持ち始めたらしい。この書体のこの曲線部分が美しい！と感じたり、自分でフォントを作って遊んだとのこと。やがてその興味が、書体を活用する組版に拡がっていったのだろう。



図-1 Twilightによる組版結果，グラフィカルなものからテキスト中心のものまで

和田君は、筑波大学に入学して早々の2021年4月、まったくの別件で界隈の話題をさらった。履修登録の期間中に授業データベースKdBがメンテナンスに入ってしまった、皆困っていたところに、代替ツール「KdB（もどき）」をわずか3時間半で実装し、提供した。これで救われた筑波大生は多かったことだろう。

その記事は以下のURLから見る事ができる。

- ・ ITmedia NEWS：筑波大の授業DBがメンテ，困った新入生が代替ツールを“爆速開発” その背景を本人に聞いた

<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2104/13/news126.html>

- ・ ねとらぼ：筑波大学の履修ツールが年度早々長期メンテに→“新入生”が代替システムを一晩で開発し「強すぎる」と動揺広がる

<https://nlab.itmedia.co.jp/nl/articles/2104/12/news136.html>

(首藤一幸PM担当)

[統括PM追記] 未踏ではときどき (いい意味で) とんでもない高校生が彗星のごとく現れる。本当に組版が好きで好きでたまらないというようなレベルを、軽く飛び抜けて、和田君が隅から隅まで丁寧に作り込んだシステムだ。いくつかの改良を行い、近いうちにオープンソースで公開すると聞いている。ぜひ使ってみたい。

(2021年6月30日受付)

(2021年8月15日note公開)