

技術紹介

安全を考慮したテレバリスタ NEXTAGE 遠隔操作システムの実現

Organization of tele-barista NEXTAGE system with safety in mind

平井 一誠 *1
HIRAI Kazumasa

星野 由紀子 *2
HOSHINO Yukiko

立山 義祐 *2
TATEYAMA Yoshisuke

1. はじめに

技術研究所は、ヒト型協働ロボット NEXTAGE を遠隔操作して、人と同じ道具を同じしぐさで使う作業(以下、手作業)を行うテレバリスタ NEXTAGE システム¹⁾を構築しました。本システムは分身ロボットカフェ DAWN ver. β²⁾(以下、分身ロボットカフェ)で運用されています。当初はコーヒーを淹れる手作業のみを実現していましたが、より多様な手作業が実施できるようにテレバリスタ NEXTAGE 遠隔操作システム(以下、遠隔操作システム)を改良し続けています。その中で本稿では、安全を考慮した遠隔操作システムについて紹介します。

2. 課題

テレバリスタ NEXTAGE システムでは、操作者(以下、パイロット)が手順に沿って NEXTAGE に指示を与え、動作させます。その結果、NEXTAGE の姿勢や、物を持っているか等の状態が変化します。パイロットが誤った指示を与えると、NEXTAGE がその時の状態では行っていない動作をしてしまい、周囲の人を危険に晒す可能性があります。これを防ぐために、NEXTAGE の状態を遠隔操作システム側で把握し、パイロットが指示できる動作を制限する仕組みが求められます。

3. 方法

(1) 課題の解決方法

遠隔操作システムは、NEXTAGE、遠隔操作システムのサーバ(以下、サーバ)、パイロットがサーバにアクセスするブラウザから構成されます。NEXTAGE の指示待機時の状態(以下、指示待機状態)を、サーバを介してブラウザまで同期し、ブラウザの操作画面でその指示待機状態で実行可能な動作を提示します。①まず NEXTAGE からサーバへ指示待機状態を通知します。②サーバは通知された指示待機状態を保持します。③ブラウザからの定期的な問い合わせに対してサーバが返答することで指示待機状態を同期します。④同期後、その指示待機状態で実行可能な動作のボタンのみ押せるように操作画面を更新します。この方法のイメージ図を図1に示します。

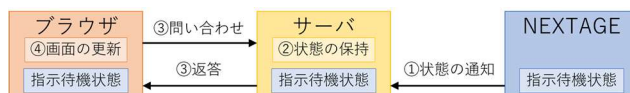


図1 指示待機状態の同期方法のイメージ図

(2) システムのふるまい

前項で示したシステムの正常動作時のシーケンス図を図2に示します。図2において、青色箇所はある指示待機状態 A であることを表し、赤色箇所はある指示待機状態 B であることを表します。

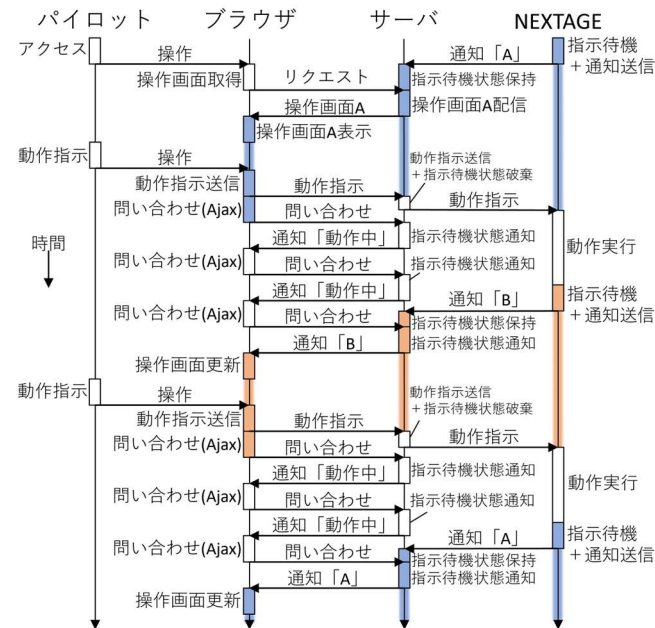


図2 正常動作時のシーケンス図

分身ロボットカフェのテレバリスタシステムは、遠隔操作ロボット OriHime のパイロットと分身ロボットカフェの現地スタッフで運用するため、異常事態時に危険な状態にならないことが要求されます。主な異常事態として、インターネットの異常によるブラウザとサーバ間の通信失敗、異常停止や電源切断による NEXTAGE の再起動、誤操作やフリーズによるブラウザの再起動が挙げられます。ブラウザとサーバ間の通信失敗時には、通信を再試行し、成功するまで操作画面を操作ができない状態にします。NEXTAGE が再起動した時は、指示待機

*1 川田テクノロジーズ株式会社 技術研究所
*2 川田テクノロジーズ株式会社 主幹

状態を自動で再同期し操作画面を更新します(図3)。ブラウザが再起動した時は、サーバに保持された指示待機状態に合わせた操作画面の表示を行います(図4)。

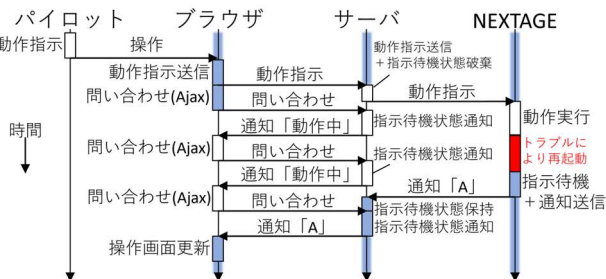


図3 NEXTAGE 再起動時のシーケンス図

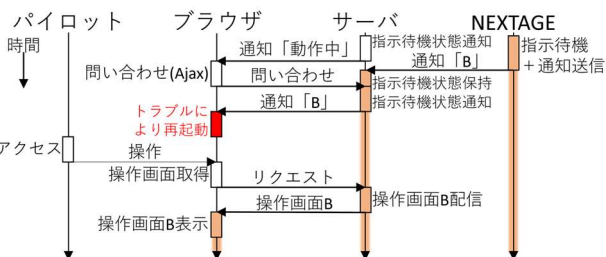


図4 ブラウザ再起動時のシーケンス図

(3) 実装上の工夫点

操作画面の更新とブラウザからサーバへの指示待機状態の問い合わせは、ブラウザの再読み込みでも実現できます。しかし、操作画面全体を再取得・再描画すると、通信と描画の処理に時間がかかってしまい、再読み込み中は操作画面がホワイトアウトし操作を受け付けなくなることから、5秒周期程度での同期が限界です。そこで今回はJavaScriptとAjax(Javascript内で非同期通信を行う技術)を用い、指示待機状態の情報のみ取得し、更新が必要な箇所のみを描画することで、操作画面をホワイトアウトさせずに0.5秒周期の同期を実現しました。

4. 適用事例

分身ロボットカフェでのテレバリスタサービスにおいて、コーヒーが飲めない子供へのサービスとして、パイロットがNEXTAGEを介して子供とじゃんけんを行うことが要望されました。NEXTAGEによるじゃんけんの動作は、じゃんけんのために手を構えた姿勢になる動作(以下、手を構える動作)と、手を数回上下に振ってから手を出す動作(以下、手を出す動作)から構成されます。先に手を構える動作を行い、その後手を出す動作の指示に合わせてOriHimeから掛け声を出すことで、じゃんけんの参加者とタイミングを合わせることができます。NEXTAGEとOriHimeを遠隔操作して行うじゃんけんのシーケンス図を図5に示します。なお、図中ではブラウザやサーバでの処理は省略して表しています。手を出す動作は、手を構えた姿勢からのみ行えるため、本稿で紹介した遠隔操作システムの適用が有効となります。

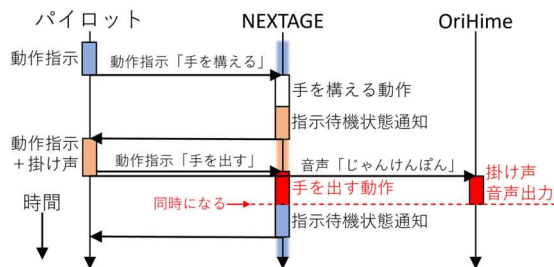


図5 遠隔操作によるじゃんけんのシーケンス図

5. 稼働実績

今回構築した遠隔操作システムは、2022年12月に分身ロボットカフェでの11日間の期間限定イベントで、子供を対象としたじゃんけん検証を行いました。イベントは1日3枠実施し、1枠30分の中で複数組のお客様に対して接客を行います。テレバリスタシステムは分身ロボットカフェのスタッフが運用しパイロット10名が遠隔操作を行いました。のべ32枠で多くのお客様とじゃんけんを行いました。遠隔操作システムは不具合無く動作し続けることができました(写真1)。



写真1 じゃんけんによる接客の様子

6. おわりに

本稿では、NEXTAGEを遠隔操作してより多様な手作業を行う際の安全性を向上させるために、NEXTAGEの状態を遠隔操作システム側で把握し、パイロットが指示できる動作を制限する仕組みを紹介しました。今後はテレバリスタの運用を継続しながら、分身ロボットカフェ以外も含めた複数拠点での同時稼働にも対応できるように遠隔操作システムの改良を続けていきます。

参考文献

- 1) 平井, 星野, 立山: 分身ロボットカフェにおけるNEXTAGEによるテレバリスタシステムの実現, 川田技報, Vol.42, 技術紹介2, 2023.
- 2) 川田グループ, オリィ研究所の「分身ロボットカフェ」常設実験店に協賛・技術協力(プレスリリース) https://www.kawada.jp/news/detail/20210325_dawn.html (2023/9/26 閲覧).