CG 用物理シミュレーション技術を用いたレスキューロボット用 ユーザインターフェースの評価

Evaluation of an User Interface for Rescue Robots using CG Physical Simulation Technology

○学 ウォン・チョン・ヴィ (長岡技術科学大学大学院) 正 木村 哲也 (長岡技術科学大学)

WONG CHOON VUI*, KIMURA Tetsuya*

*Graduate school of Nagaoka University of Technology, 1603-1 Kamitomioka, Nagaoka, Niigata

Keywords: rescue robot, CG, USARSim, usability evaluation, camera angle

1. はじめに

レスキューロボットの開発段階では多くの要素を考慮しなければならない。特にユーザインターフェースを実験的に評価するためには、他の要素（瓦礫環境、ロボット）を用意しなければならず、人力や材料費がかかり、スペースの確保も必要となり大変である。様々な瓦礫環境を用意するのも困難である。

一方、近年、CG、ゲーム分野の技術向上により、コンピュータ上でリアルタイムに物理現象を実物に近い形でシミュレーションできるようになってきた[1]。

本研究ではそれらのシミュレーション技術を応用し、ユーザインタフェース設計に有用なレスキューロボット開発支援システムを提案し、そのシステムの有効性の検討を行う。

2. システムの構成

特にここでは、実機ロボットと瓦礫の実物に近い形状を再現し、レスキューロボットに搭載するカメラの画角を評価する。本システムはモニタリングモジュール、シミュレーションモジュール、操作系、および通信モジュールから以下のように構成される。

2-1 モニタリングモジュール

時間やカメラ表示、ロボット操作などをモニタ上に表示し、実験評価や考察のためにそれらを記録する。画像キャプチャソフトを用いた。

2-2 シミュレーションモジュール

本システムは市販の低価格なゲームソフト(Unreal Tournament 2003)にあるマップ作成ツール(Unreal Editor)を用いて、簡易な瓦礫環境を作成し物理シミュレーションも行った。さらに、USARSimが提供するレスキューロボットモデルを用いた[6]。

Fig.1: Simulation Models

2-3 操作系

操作系は TCP/IP 接続されるものなら任意のものが利用できる。本研究は、不整地でレスキューロボットを操作する作

業を想定し、外乱防止対策の操作コントローラ（安全コントローラ）を用いて、シミュレーションの代用ロボットを操作する[3]。

2-4 ネットワーク構成

Unreal Engine の TCP/IP のソケットを開放し、外部のアプリケーションとの通信をできるようにするために、Gamebots を使用した (Fig.2) [5][6]。安全コントローラは AKI-H8/3069F フラッシュマイコン LAN ボードと接続し、安全コントローラの入力により、Gamebots に経由しながらマイコンから TCP/IP によるコマンドやメッセージを Unreal Engine に送信し、シミュレーション中のロボットを動かす。

Fig. 2: Network System

3 実験のコンセプト

本実験はユーザビリティテストという手法を参照しながら実験評価を行った。ユーザビリティテストとは被験者がタスク（課題）を実行する過程を考察しながら、被験者の行動や発言からユーザインターフェース上の問題点を発見する評価手法である[2]。6人の被験者に指定したタスクを与えて、ロボットに搭載するカメラの画角変更によりロボット操作性を評価した。

3-1 実験のコース, 設定条件

以下のように実験条件とタスクを設定した。VICTIMS (被災者モデル) 発見のルールはロボカップレスキュー実機リーグに順じた。

- 7m×7mの空間に瓦礫や VICTIMS を設置する。(Fig. 1)
- ロボットのサイズは高さ 25.9[cm]×幅 26.8[cm]×長さ 39.8[cm], 最高速度は 9.1[cm/s], 回転速度は 45[deg/s]である。
- 被験者に操作練習とルール確認の時間(3 分間)を与える。
- 被験者はロボットの前方カメラの情報のみで制限時間 10 分以内にロボットの移動や探査作業を行う。VICTIMS の情報や地図をシートに記入し, 次の 2 分以内に記入シートを整理し提出する。
- タスクや VICTIMS の様子を被験者の記憶に残さないように, VICTIMS と地図の場所や状況を変更する。
- 前方カメラのパン/チルトをなしで, 画角 (36.6 度, 51 度, 90 度, 120 度) をランダムで変更する (Fig. 3)。

Fig. 3 : View Angle of Front Camera

3-2 実験結果と考察

Fig. 4: Variation of Number Of Collisions According to Camera View Angle

Fig. 4 に実験結果を示す: ロボットの前方カメラの画角が広がるほど, 多くの被験者が壁や瓦礫との衝突回数が増加する。しかし, 120 度の画角でロボットを操作する場合, VICTIMS に寄りすぎ, 損傷を与えたケースがあった (Fig. 5)。それは, 120 度の画角で操作すると, ロボットと VICTIMS の距離感覚が掴みにくかったためと考えられる。

狭い画角 (36.6 度) を使った場合, 衝突回数が多く, 誤っ

Fig. 5: Point Reductions in Case B and C

た情報を伝えてしまった被験者もいった。その理由は被験者がロボットの幅感覚, そして, ロボットと障害物の距離感覚を掴みにくかったためと考えられる。また, VICTIMS を発見した時に, VICTIMS の全体が見えなかったことで, 誤った情報を記入シートに書いたためと考えられる。

誤った情報は以下であった:

- ロボットと VICTIMS の距離が離れすぎて, VICTIMS の声を聞こえなかった。
- VICTIMS の「足部分」を「腕」に見間違った。

よって, 瓦礫環境でロボット前方カメラの情報のみで探査作業を行う場合, 4 つ角度設定の中では 90 度の画角が適切であることが分かった。

4 まとめ

CG 用物理シミュレーションを用いることで, 実機を用いることなくユーザインタフェースを評価する方法を提案した。カメラの実機による評価では 51 度までしか評価できなかったが [4], ここでは更に広い画角を設定できた。様々な条件でユーザインタフェースを評価していくのが今後の課題である。

謝辞

本研究では文部科学賞大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環としてなされたものである。

参考文献

- [1] 3D ゲームのための物理エンジンアクセラレータ PhysX, <http://watch.impress.co.jp/game/docs/20050318/ageia.htm>
- [2] 特定非営利活動法人国際レスキューシステム研究機構, 大都市大震災軽減化特別プロジェクト III 被害者救助等の災害対応戦略の最適化 4. レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発 平成 17 年度 成果報告書, レスキューシステムのヒューマンインタフェースの評価, Page401
- [3] 石崎雅寛, 操縦者の安全と誤入力を考慮したレスキューロボット用操作盤の開発, Master's thesis, 長岡技術科学大学, 2005.
- [4] 武田康博, 行動解析に基づく遠隔操作レスキューロボットの探査効率評価, Master's thesis, 長岡技術科学大学, 2005.
- [5] Gamebots Webpage, <http://www.planetunreal.com/gamebots/>
- [6] USARSim Download Page, http://usl.sis.pitt.edu/ulab/usarsim_download_page.htm