

LiftSense: 複数人での物の持ち上げ負荷均一化のための 把持位置提案システム

木崎 駿也^{†1} 尾高 陽太^{†1} 渡邊 恵太^{†1}

概要: 本研究では複数人で協力し、物を持ち上げる支援システム LiftSense を提案する。私たちは複数人で物を持ち上げて移動することがあるが、複数人で効果的に物を持ち上げるには、タイミングと把持の位置の課題がある。タイミングや把持位置が悪いと、物を効率的に持ち上げられないことや、効果的に人の力を分散し利用することができない。そこで、そこで本研究では、スマートフォン（タブレット）と重量センサを用いて、複数人で持ち上げるためのタイミングの制御と同じ荷重に分散する把持位置を提示するシステム LiftSense を提案する。本研究では LiftSense 試作について述ベシステムについて考察し、今後の効果や課題について議論する。

LiftSense: The system that enables to lift by multiple people by the same load weight

SYUNYA KIZAKI^{†1} YOTA ODAKA^{†1}
KEITA WATANABE^{†1}

Abstract: We propose a novel cooperative lift system called LiftSense. LiftSense is a cooperative system to lift by multiple people. We often lift something object in daily life. However, we are hard to lift and move by multiple people. Because people need to synchronize the timing and adjust hold position to lift something object effectively. To solve this problem, we propose LiftSense that enables to synchronize the timing and adjust hold position of the same load weight. In this paper, we introduce prototype of LiftSense and discuss about the effect and the future.

1. はじめに

私たちは生活で、タンスやベッドなどの重いものを複数人で協力して持ち上げることがある。また、火事や震災などが起こった災害現場では、物の下敷きになって、救助をする際にも複数人で協力し、重いものを持ち上げて、下敷きになっている人を救い出す。このように、複数人で物を持ち上げることは重いものに対して効果的だが、タイミングと把持の位置の決定が困難という課題がある。

まずタイミングの課題として、持ち上げる人全員のタイミングが合わなければ、大きく傾く、持ち上がらないといった場合がある。さらに人数が多いほどタイミングを合わせるの難くなる。そこで一般的には掛け声を発声することでこの複数人のタイミング合わせることを行う。

次に、把持の位置の課題である。重心は見た目からだけではわからないことがあるため、始めから重心を理解して持つことは困難である。そのため、私たちは一般的に物を持ち上げて運ぶ際は、矩形の物であれば、持ちやすさから把持位置は(図 1)のように四隅を持つことが多い。しかし、重心がわからないため、片方の人が知らずのうちに高い負荷を強いられることがある。また、重量の問題ではなく把持位置の問題で本当は持ち上がったものが、持ち上がらないということとなれば、特に災害現場などでは致命的な問

題となりかねない。このように複数人で物を持ち上げて運ぶにはタイミングと把持位置が課題となる。

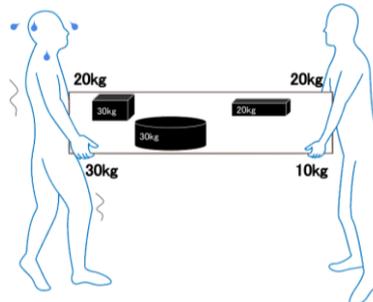


図 1 重心を考慮せずに持ち上げると負荷が不均等

Figure 1 Different weight by each hand

そこで本研究では、スマートフォン（タブレット）と重量センサを用いて、複数人で持ち上げるためのタイミングの制御と同じ荷重に分散する把持位置を提示するシステム LiftSense を提案する。

2. LiftSense

LiftSense は複数人の手に装着した重量センサを用いて、持ち上げる対象の重心を計算し、全ての把持位置が均等な荷重になるように、把持位置を提示するシステムである。また、持ち上げる際に、タイミングを音で提示し、複数人の力を効率よく合わせる支援を行う。

2.1 利用方法

LiftSense はスマートフォンまたはタブレット端末とセンサを内蔵した LiftSense Handle を利用する。ユーザはま

^{†1} 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科 Department of Frontier Media Science, Faculty of Interdisciplinary Mathematic Science at MeijiUniversity

ずタブレットで持ち上げる物の写真を撮り、タブレット上で対象に合わせて矩形の範囲指定を行う。その後、タブレットを対象の上の中央に載せる。そして、持ち上げるタイミングを合わせるためのカウントダウンが始まる。2人で LiftSense Handle を両手に持ち、タブレットの掛け声に合わせてその上に対象物が載るように持ち上げる。持ち上げると、タブレットにはそれぞれの LiftSense Handle から伝達される荷重が提示される。ただし水平でなければ荷重が正しくわからないため、スマートフォンに内蔵される加速度センサを用いて水平を検出する。水平が検出されると、図2のようにタブレットに持つべき場所が表示されるので、2人はその場所に把持位置を変える。これにより2人は同じ負荷で物を持ち上げることができる。

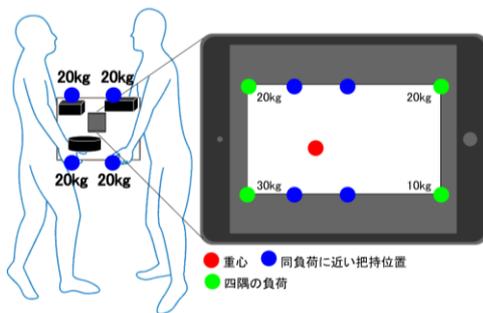


図 2 同負荷の把持位置を提示

Figure 2 The tablet display the same weight points

2.2 実装方法

LiftSense は Arduino, 重力センサ, Bluetooth モジュール, タブレットで構成した。Arduino では Bluetooth 通信で四隅にかかる重さをタブレットに送信する。タブレットでは、持ち上げる物の画像から、ユーザによって指定された範囲を元に、持ち上げる物の比率を取得する。そして、タブレットの加速度センサが水平を示したときに四隅の重さと物の比率から重心を計算する。次に同負荷の4点を求めるために、重心の x 方向と y 方向について、それぞれの座標の持ち上げる物の辺に対する比率を計算し、比率の小さい方向の重心座標を比率が 0.5 となる座標に近似する。これにより、重心が対角線上に乗る四角形を描くことができる。描いた四角形の頂点が近似的に同負荷の4点となる。(図 3)。

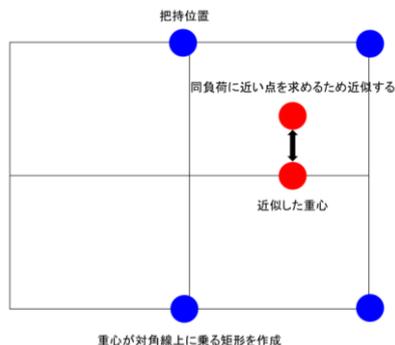


図 3 同負荷の点の計算方法

Figure 3 Calculate the same weight points

そして、定まった4点の座標をタブレットに表示し、持つべき4点の場所を知ることができる。

3. 考察と議論

LiftSense によって、複数人で物を持ち上げる場合に適切な把持位置を提示することで、重心がわかりにくい机やダンスなどでは、複数の力を均等に近い重さに分散し、効率的に物を持ち上げる可能になる。ただし、現状のシステムでは、持ち上げる物が矩形であると仮定し、その四隅にかかる重さを元に把持位置を計算しているため、複雑な形状の物を持ち上げる場合に把持位置の計算ができない。重心のみであれば、四隅で持ち上げることで計算するのではなく、事前に持ち上げる物のどの位置を持って重心を求めているのか、ユーザが入力することで求められる。まったく持ち上がらない重量の場合は重心が計算できないため、少しでも持ち上がる程度の重量に限定されてしまう。また、持ち上げられる程度の重量で、このシステムで計算可能な矩形の場合でも課題がある。重心が持ち上げるもののいずれかの辺に近い場合、提示する把持位置が近くなるため、実際に持てなかったり、安定しなかったりすることがある。重心の近似方法を見直すことや、3辺以上の辺に把持位置を提示する計算方法を考える必要があるだろう。他にも、それぞれのユーザに力の差がある場合、それぞれの把持位置に同じ負荷がかかるように計算すると、持ち上げられないことも考えられる。これについて、すべての負荷を同じにするのではなく、ユーザにかかる負荷に重み付けする方法が考えられる。なお今回は複数人といっても2人、把持位置4点でシミュレーションを行った。

今後の展開として、運搬そのものへの支援が考えられる。今回提案しているシステムは、持ち上げることにのみ注目しており、実際に安定して運搬することや勾配のある場所を運搬することを考えていない。[1]の研究ではロボットアームと人との間の協調挙動を計測、モデル化し、得られた協調挙動モデルをもとにロボットアームを制御することで、人とロボットの負荷をほぼ均等に分けて運搬することを可能しているが、この研究のように、運搬時にバランスを取るためには何が重要であるか、その観察が必要だろう。

4. おわりに

同じ荷重に分散する把持位置を提示することで、複数人で物を持ち上げる支援システム LiftSense を提案し、試作した。

参考文献

1) 林原靖男, 園田幸伸, 田窪朋仁, 荒井裕彦, 谷江和雄: 人とロボットによる長尺物の協調運搬 (人の協調挙動に基づく鉛直平面内の制御方法の検討), 一般社団法人日本機械学会, Vo67, No.653, pp.162-169(2001)