

視線入力インタフェースを用いたハンズフリー目視検査システムの開発 (082307002)

Hands-free visual inspection system using eye-typing interface

研究代表者

小谷賢太郎 関西大学システム理工学部

Kentaro Kotani Faculty of Engineering Science, Kansai University

研究分担者

堀井 健[†] 朝尾 隆文[†]

Ken Horii[†] Takafumi Asao[†]

[†]関西大学システム理工学部

[†]Faculty of Engineering Science, Kansai University

研究期間 平成 20 年度～平成 21 年度

概要

本研究は、申請者がこれまでに開発してきた福祉応用で用いられる視線入力インタフェースをもとに、工場における目視検査工程において、手を用いることなく機械援用の高速目視検査をおこなうためのハンズフリー目視検査システムを開発しようとするものである。これまで視線入力インタフェースにおける対象選択の意図検出は一定時間その対象を注視することで検出されてきた。この注視による入力手法は、目視検査そのものが検査のために注視することで成立するという性質により、目視検査には適用が困難であるといわれてきた。そこで本研究では、申請者自身が研究してきたサッカーの生理的特性とスクリーンボタンインタフェースを原理とする検出手法を導入することで、従来の手法では成し得ることができなかったハンズフリー目視検査システムの開発を行う。

Abstract

The objective of this study is to develop a hands-free visual inspection system for machine-aided industrial inspection environment. The core technology using this system was the eye-typing interface, which was developed by our research group. In this study, we use physiological characteristics of saccadic eye movements with a detection mechanism by enhanced screen button interface to maximize the performance of hands-free visual inspection system.

1. まえがき

本研究は工場における目視検査工程を想定したシステムに対し、本研究者が提案する新しい視線入力インタフェースを導入することにより、手を用いて操作することなく高速に視線入力により目視検査を行なえるシステムを開発しようとするものである。これまで視線入力インタフェースにおける対象選択の意図検出は一定時間その対象を注視することで検出されてきた。この注視によるインタフェース手法は、目視検査そのものが検査のために注視することで成立するという性質を考慮すると、検査のための注視（探索的注視）とアイテム選択のための注視（入力意図を持つ注視）との区別が出来ないため、目視検査には適用が困難であるといわれてきた。本研究では申請者自身がこれまで研究してきたサッカー（跳躍眼球運動）の生理的特性とスクリーンボタンインタフェースを原理とする手法を導入して、ハンズフリー目視検査システムの開発をおこなうことを目的とするものである。平成 20 年度には視線入力インタフェースの目視検査システムへの導入とシステムの基本設計をまとめることを中心に開発を進めることを目標とし、平成 21 年度には視線入力インタフェースの目視検査システムへ導入した場合の①システムのパフォーマンス評価実験、②評価実験により得られた結果を元にシステムのチューニングを行うことを挙げた。

2. 研究内容及び成果

本研究の目標は、手を用いて操作することなく高速に視線入力により目視検査を行なえるシステムの開発であった。2 年間に渡る研究により、ハンズフリーな目視検査の不良品検出率は 98.1% を達成するに到った。以下に本研究の内容と成果を示す。

2.1 目視検査工程モデル

工場での目視検査工程に視線入力インタフェースを利用するに当たり、本研究室に既存の視線検出装置が頭部搭載型であることが、工場で利用する際の問題と考えられた。その理由の 1 つは、頭部の向きを基準とした視線位置座標を検出するために、装置が少しでも頭部上でずれてしまうと座標が信頼性の低いものになってしまうことである。この座標の信頼性は、視線入力インタフェースの入力精度に密接に関わる問題であり、目視検査のようにミスの許されない状況で利用するためには信頼性を上げる必要がある。そこで、目視検査工程に視線入力インタフェースを利用するためには、頭部を固定せずに利用できる視線検出装置が必要となる。そこで、机上などへの設置型で、ズレの補正能力を持っているため頭部へ固定する必要がない視線検出装置を用い、この装置を元に視線入力インタフェースのシステムを構築することとした。

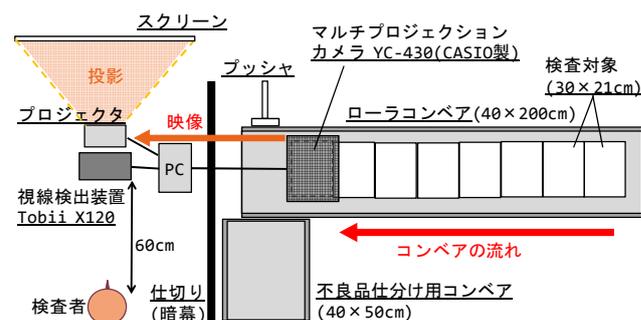


図 1 構築する視線入力インタフェース

目視検査工程モデルの構築を目標として開発を進めた結果、各部品に関連とシステム動作の詳細設計および構築が完了した。この目視検査工程モデルの構築を目標として開発を進めた結果、構築されたシステムの動作が正確に行われることが確認された。これにより、検査から不良情報の入力までが簡便に行うことができる実用性の高い目視検査工程モデルを実現することが可能となった。

2.2. 画面インタフェース設計

ヒトの眼球運動特性として、視線移動を行いやすい方向は左右方向あるいは下方向であることが知られている。この知見を元に、スクリーンボタンを入力対象の左右に配置した場合と下に配置した場合に対して、視線入力によって文字入力を行う性能比較実験を行った。そして、入力エラー率や入力速度、被験者の感想から総合的に判断し、検査対象の左右が最も適していると結論付けていた。よって、本研究においても画面中央を入力対象を配置し、その左右にスクリーンボタンを配置することとした。

2.3. 実験による眼球運動特性の検証

構築した視線入力インタフェースを用いて動作確認実験を行った際の視線位置データの例をグラフで示す。サッカーの目標となるスクリーンボタンは画面下部に配置し、スクリーンボタン方向にサッカードが行われたことの判断基準として入力判定ラインを設定している。横軸は測定開始してからの経過時間[msec]、縦軸は視線位置の座標[pxel]を示している。

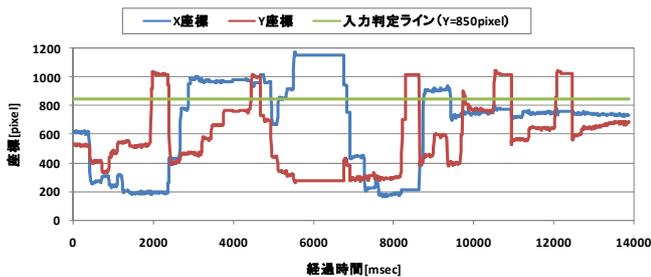


図2 視線位置データの例 (両眼平均)

顎非固定で検査が可能な眼球運動計測システムの検証を進めた結果、基本画面を用いた実験的検討により、眼球位置の誤差を定量的に検出し、当該研究の要求項目となる高精度視線検出が可能であることを検証することができた。

2.4. パフォーマンス評価実験

本システムが実用性の高い目視検査システムとなったことを検証するため、パフォーマンスの更なる向上を図ることを目的として評価実験を行った。評価実験を行うに当たり改善した内容は以下の通りである。

- ・被験者が入力を確認できるよう視覚フィードバックを実装し、検査精度を速度より優先するように教示を行う。
- ・隣接する各検査対象に設定されている入力判定領域が接しているために、視線検出装置の注視点誤差を原因とした誤入力が生じていた。よって各入力判定領域のサイズを狭める。大きさはケースサイズの80%とした。

実験の結果、当初の目的である不良品情報の正確な入力のために問題としていたMidas Touchを排除することに成功した。また、ユーザの自由が失われない非接触型の視線検出装置を利用したハンズフリー目視検査システムを利用し、当該研究の目的である高精度で不良品情報の入力を行うことが可能であることを検証することができた。工場での利用を想定した歯車を用いた追加実験を10人の被験者で行った。この実験の結果、不良検出率は平均で99.4%で

あり、歯車の直径が5mm異なるだけといった細かい違いを見逃すことはほとんどなかった。よって、検査対象の外観に5mm程度のキズやシミがある不良ならば、十分に本システムを用いた際の検査対象として採用可能であることが示唆された。



図3 実験の様子

3. むすび

本研究により得られた結果を広く知ってもらうために製造業250社を対象として、研究紹介を行った。この結果、以下のような意見や感想が得られた。「医薬品の外観検査に有効では」(医薬品)、「ホームあるいは車載使用に利用できるのでは」(電機メーカー)、「クリーン室での使用が有効では」(化学メーカー)といったハンズフリーであることに着目した検査対象・場所に関する意見が得られた。また、「微細な異常検出に使用したい」(タイヤメーカー)、「検査だけでなく製造データの電子化に利用できないか」(電気機器メーカー)といった内容の意見を頂いた。これらの意見や学会で得られた目視検査経験者の感想からをもとに、現在共同研究への展開を進めている。

【誌上发表リスト】

- [1] K. Kotani, Y. Yamaguchi, T. Asao, K. Horii, "Design of Eye-Typing Interface Using Saccadic Latency of Eye Movement", International Journal of Human-Computer Interaction, 26(4) pp.361-376 (2010年)
- [2] K. Kotani, A. Nakajima, T. Asao, K. Horii, "Hand-free inspection system as an application of eye-typing interface using saccadic latency", ECCE2009 15th European Conference on Eye Movements Southampton, England p.49 (Southampton) (2009年8月)
- [3] K. Kotani, A. Nakajima, T. Asao, K. Horii, "Hands-free Data Manipulation for Visual inspection System by Using Temporal Characteristics of Saccades", International Conference on Intelligent User Interface 2010 Hong Kong (Hong Kong) (2010年2月)

【報道発表リスト】

- [1] “ハンズフリー目視検査の開発”、記者懇談会(於 関西大学)、2010年1月27日
- [2] “目の動きで不良品選別：手を触れず検査 関大 システム開発”毎日新聞、2010年2月7日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.scope-ku.net/index.html>