

3D Measurement System for Golf Ball Initial Trajectory

Keyword: Utilization of optical/image measurement technologies, Matching of university's technologies and business technical needs, Personnel exchange in local companies/communities

Organizations Involved

- Koichi Nishino, Professor, Faculty of Engineering, Yokohama National University
- Hiroshi Saegusa, Assistant manager, Sports Engineering Department, The Yokohama Rubber Co., Ltd.



Professor Nishino



Assistant manager Saegusa

[Abstract] Yokohama National University and Yokohama Rubber started collaborative development of this system in 2003, and its application in business in 2006. In this development, the system was realized by combining the image measurement technology Prof. Nishino possesses and the manufacturing technology of the measurement system Yokohama Rubber possesses. In this system, a 3D position is measured by stereographing a mark on the golf ball with a single camera, enabling real-time trajectory display. This system provides higher accuracy (± 5 yards) in the driving distance simulation.

[Summary of the technology transfer]

●Technological Impact
Utilizing the optical/image measurement technologies, a moving distance is calculated from the displacement on images taken from two directions to establish the technology that calculates 3D positions. The first step of the development was calibration automation of the camera to be used and its program development, and the second step was the development of the 3D position calculation program that analyzes images based on the technologies developed in the first step. Thanks to these technologies, 3D measurement became possible with higher accuracy that has never been achieved.

●Market Impact
Yokohama Rubber commercialized the system as a product "Initial Trajectory Measurement System RED EYES" in 2006, and is selling it to its nationwide dealers as a sales promotion tool. Since the product is receiving high praise for its excellent accuracy for flying golf ball simulation during trial shot, sales volume of this product is planned to be increased in the future.

●Special Features of the Collaboration
Yokohama National University has proactively promoted university-industry collaboration for a long time while striving to exchange personnel in local companies and communities. Due to such activities, business development needs were appropriately matched with the university's technologies for the development of this system.

Project Background

Yokohama Rubber requested technical development support, and the collaborative project started based on the idea that university's 3D fluid measurement technology is applicable.

Funding History

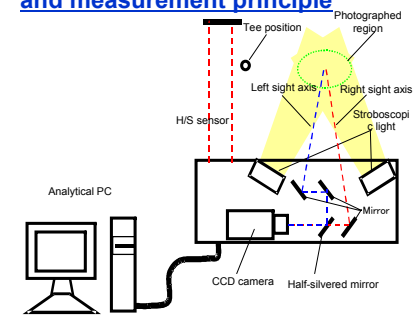
To develop this and related technologies, the collaborative project was carried out in the following framework:

1. FY2001: Funded research
2. FY2003 to 2004: Collaborative research

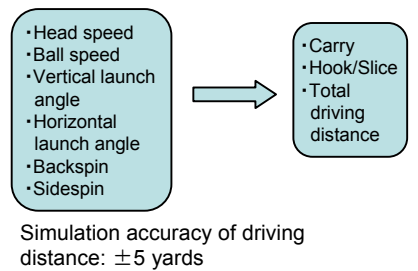
Intellectual property protection

Patent pending number. Japan 1 Overseas 3.
"Apparatus and method of measuring the flying behavior of a flying body. Japanese patent appl. no.2004-105165" etc.

Measurement system structure and measurement principle



Measurable and outputable data



Turning point in the Project

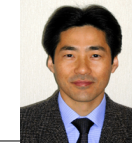
- Promotion of mutual understanding between university and business
- Building up mutual trust by exchanging personnel in local communities or companies in daily activities
- Proper matching of business needs and university's technology
- Clarification of business needs and identification of technical development items

ゴルフボールの3次元初期弾道計測システム

キーワード：光、画像計測技術の活用・企業の技術ニーズと大学保有技術とのマッチング・企業との人的、地域的交流

連携 機関

- 横浜国立大学工学研究院教授 西野 耕一
- 横浜ゴム(株)スポーツ技術部 三枝 宏



西野教授



三枝課長補佐

【要 約】

横浜国立大学と横浜ゴム(株)とは平成15年から共同開発を行い、平成18年から事業化が開始された。本開発では、西野研究室が保有する画像計測技術と横浜ゴム(株)が保有する計測装置製作・製品化技術を融合することにより製品を完成した。本開発では、ゴルフボールのマーカを1台のカメラでステレオ撮影することによりゴルフボールの3次元位置を計測してリアルタイムで弾道表示を可能にした。飛距離シミュレーション精度は±5ヤード以内の高精度を可能にした。

【技術移転の概要】

●技術への貢献

光・画像計測技術を活用して、2方向からボールを撮影し画像上の位置ずれ量から移動量を計測して、3次元位置を計算する技術を開発した。開発技術の第一は、使用するカメラ校正の自動化とプログラム開発であり、第二はこれに基づき画像を自動解析する3次元位置計算プログラムの開発である。これらの技術により従来にない高精度な3次元計測が可能になった。

●市場への貢献

横浜ゴム(株)で平成18年から「初期弾道測定器RED EYES」として製品化がされた。同社の全国の販売店に販促ツールとして販売されている。ゴルフボールの試打による飛球シミュレーション予測精度が優れているため、好評であり、今後製品の販売台数を増大していく計画である。

●連携体制の特長・波及効果

大学は、予めから企業との人的及び地域的な交流に努めながら産学連携を積極的に推進している。その結果、本開発では企業側のニーズと大学保有技術とのマッチングが極めて適切に行われた。

産学官連携のきっかけ

横浜ゴム(株)から技術開発支援要請があり、大学の持つ3次元流体計測技術が適用できるとの着想のもと共同取り組みを開始した。

ファンディングの推移

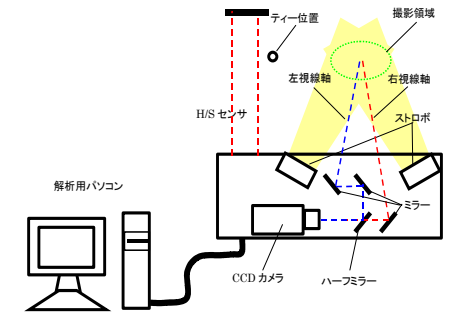
本技術及び関連技術を開発するために共同取り組みを実施

1. 平成13年度 受託研究
2. 平成15～16年度 共同研究

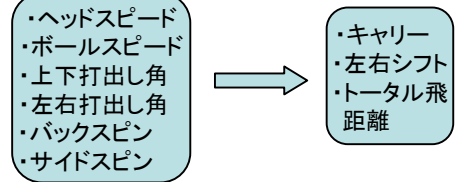
知的財産保護の経緯

特許出願：国内1件、海外3件
「飛翔体の飛翔挙動測定装置および飛翔挙動測定方法、特願2004-105165」他

測定器の構造と測定原理



計測および出力可能なデータ



飛距離シミュレーション精度は±5ヤード以内

成功・失敗の分かれ道

- 大学と企業の相互理解の増進
- 普段から企業との人的及び地域的な交流による信頼関係の醸成
- 企業側の技術ニーズと大学保有技術との適切なマッチング
- 企業側ニーズの明確化と技術開発項目の絞込み

Manufacturing Technology

Measurement and analysis technology

Development of a highly accurate non-contact shape and displacement measurement system

Keyword: Shape and displacement measurement system, Grating projection method, High accuracy, Calibration method

Organizations Involved

- Yoshiharu Morimoto, Prof. and Motoharu Fujigaki, Assoc. Prof., Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
- Shien Ri, Research Fellowship for Young Scientists, Japan Society for the Promotion of Science
- Ryoichi Takesako, General Manager, Planning and Developing Division, Nippon Gijutsu Center Co., LTD.

【Abstract】

Wakayama University has been studying non-contact shape and displacement measurement principles. Nippon Gijutsu Center Co., Ltd has been developing non-contact 3D measurement equipment using laser beams and also has techniques and know-how in development of optical systems and software. In order to realize the commercialization of the ideas of Wakayama University's, a prototype model was manufactured. The equipment can measure an object with a height of 50 mm in a 150 mm field of view to an accuracy of $3 \mu\text{m}$.

【Summary of the technology transfer】

● Technological Impact

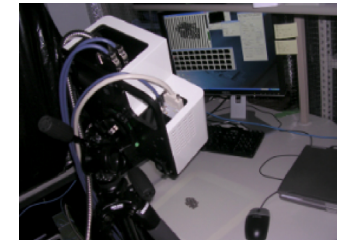
- Our Fourier transformation phase-shifting method allows highly accurate phase analysis of the projected grating.
- Lens distortion aberration can be entirely removed by a calibration method that obtains the visual line of each pixel of a camera using the reference plane.
- By developing shape measurement equipment with these methods, it is possible to measure an object with a height of 50 mm in a 150 mm field of view to an accuracy of $3 \mu\text{m}$.
- Measurement can be performed in a short time (several 10's of seconds).
- For an object with different reflectances and colors, affect can be reduced by a fringe pattern measured data combination method that uses an evaluated value.
- It is useful for metal bodies with halation.
- Miniaturization and lightening of the equipment has been achieved.

● Social Impact

- Product inspection used to take a long time. Using our technique, it can be performed in a short time.
- By developing inexpensive equipment, medium and small companies can easily adopt it.
- If this equipment is adopted in many industries, they can save time and cost which leads to an advance in delivery date and quality improvement.
- Accordingly, this contributes to an increase in Japanese industries' international competitiveness.

Project Background

- Mr. R. Takesako found that Wakayama University was doing research on shape measurement by an internet search.
- When the prototype was presented at an exhibition, visitors showed interest. This confirmed interest in its development.



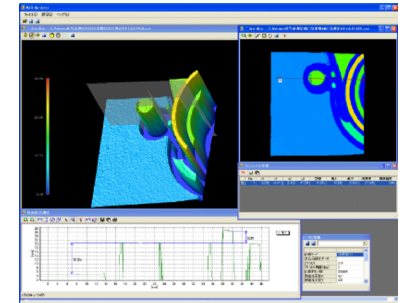
The prototype model
(Compact and lightweight)

Funding History

1. 1998, 1999 Grants-in-Aid for Scientific Research "Grant-in-Aid for Encouragement of Scientists"
2. 2000 JST "Technology processing"
3. 2006 JST "Original modeling program"

Intellectual property protection

Patent acquisition : Domestic 15
「Method and equipment for shape measurement, Patent No. 2913021」, etc.
Patent application : Domestic 16



Measuring an aluminum part.
(Measurement of the steep parts can be performed.)

Turning point in the Project

- Funding by JST original modeling project was a big factor of success.
- For general purpose measurement equipment, it is very important to confirm needs concurrently with development.

非接触高精度形状変形計測装置の開発 — シーズイノベーション型技術移転 —

キーワード：格子投影法による形状計測装置の製品化・新しい校正手法と計測原理により3ミクロンの計測精度を実現

連携 機関

- 和歌山大学システム工学部 教授 森本 吉春、准教授 藤垣 元治
- (独)日本学術振興会 特別研究員 李志遠
- (株)日本技術センター 企画・開発部GM 竹迫 涼一



森本教授



藤垣准教授



李研究員



竹迫GM

【要 約】 和歌山大学システム工学部では、形状・変形・応力・ひずみ計測手法の開発に取り組んできた。特に形状計測手法としては新しい計測原理を提案し、特許も取得している。(株)日本技術センターでは、従来からレーザービームによる非接触3次元測定装置を自社開発しており、光学機器開発やソフト開発の技術やノウハウを有している。今回、JSTの独創的シーズ展開事業「独創モデル化」を利用して、和歌山大学の持つシーズの製品化めざし、プロトタイプ機を試作した。その結果、視野150mmで高さ50mmを3 μ mの高精度に測定できる装置となった。

【技術移転の概要】

●技術への貢献

- ・フーリエ変換位相シフト法により高精度に投影格子の位相解析が可能である。
- ・基準面を利用して、カメラの全画素に対する視線をすべて求める校正手法とそれを用いた座標算出原理を利用することにより、レンズの歪曲収差の影響を完全に取り除くことができる。
- ・それらの手法を利用した形状計測装置を開発することで、視野150mmで高さ50mmを3 μ mの精度で計測することが可能となった。
- ・短時間(数十秒)に計測が行え、静止物体を精度よく計測する際に有効である。
- ・反射率や色が異なる部分が混じっている対象物であっても、評価値を用いる縞画像計測データ合成手法により、その影響を小さく押さえることが可能である。
- ・金属物体のハレーションにも強い。
- ・小型軽量の装置が実現した。

●社会への貢献

- ・従来、長時間かけて形状計測を行っていた製品検査が短時間でできるようになる。
- ・中小企業でも容易に導入できる程度の安価な装置とすることを目指している。多くの生産現場で本装置を導入することにより、検査に要する時間や費用を押さえることができ、納期の短縮や品質向上につながる。
- ・それによって日本の産業の国際競争力増強に貢献する。

産学官連携のきっかけ

- ・(株)日本技術センターの竹迫氏がインターネット検索で和歌山大学が形状計測の研究をしていることを見つけた。
- ・展示会で試作機への来場者の反応がよく、開発できると感じた。



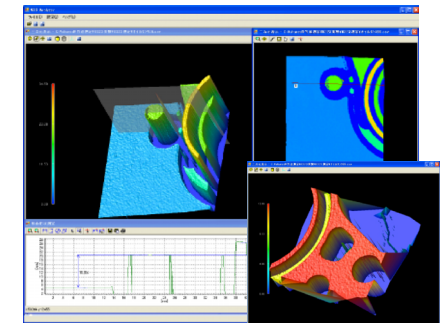
開発したプロトタイプ機
(小型軽量。高分解能)

ファンディングの推移

- 1.平成10年度、11年度
科学研究費補助金「奨励研究」
- 2.平成12年度 JST「研究成果最適移転事業 技術加工」
- 3.平成18年度 JST「独創的シーズ展開事業 独創モデル化」

知的財産保護の経緯

特許取得：国内15件
「形状計測方法及び装置
特許第2913021号」他
特許出願：国内16件



アルミ成型品の計測例(急峻な
段差部分も計測できている)

成功・失敗の分かれ道

- JST「独創的シーズ展開事業 独創モデル化」の予算が得られたことが最も大きい。
- 汎用計測装置の場合、特に開発と並行してニーズを集めておくことが重要である。