

# 3D Shape Measurement System Based on Structured Light Technology

A novel technique for high precision and full resolution dynamic motion analysis

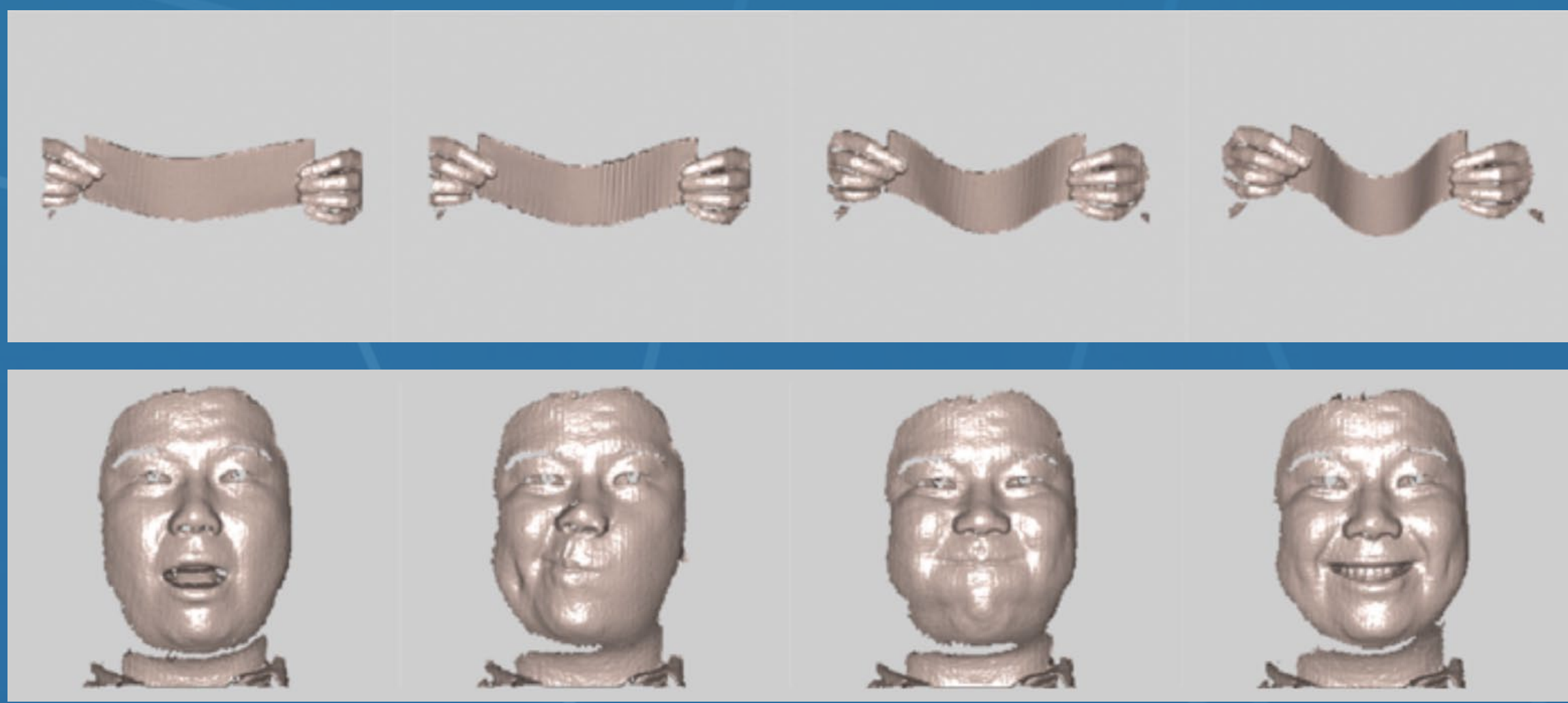
## Système de Mesure de Forme 3D Basé sur la Technologie de la Lumière Structurée

Technique innovante pour l'analyse dynamique du mouvement de haute précision à haute résolution

### Introduction

Dynamic three-dimensional (3D) measurement enables detailed motion analysis of multiple objects and plays an important role in many industries such as manufacturing, biomedical and multimedia industries. Conventional motion analysis based on high speed photographic images can only track several 3D features. Other dynamic 3D measurement techniques based on structured light technology cannot achieve high precision and full resolution due to various shortcomings in their image encoding and decoding algorithms.

This invention is a dynamic 3D shape measurement system based on three-step phase shifting and multi-view constraint. The system is composed of a digital-light-processing (DLP) projector and two cameras. Sinusoidal fringe patterns with constant phase shift are projected onto the measuring surfaces and the two cameras capture the distorted patterns for image decoding and matching. 3D points are therefore reconstructed with high precision, full time and full spatial resolution.



Measurement of material deformation and facial expression

### Special Features and Advantages

- Reconstruct one 3D frame by any three adjacent images to realize full time resolution
- Use three-step phase shifting for 3D construction of each pixel to achieve full spatial resolution
- Use multi-view constraint to calculate each pixel independently and realize real-time measurement by parallel computing technique
- Insensitive to texture of the measured surface
- Spatial resolution: 0.02mm-1mm (depending on camera resolution)
- Time resolution: 200 frames per second (f/s) (depending on camera speed)
- Measurement accuracy:  $\leq 0.2$  mm

### Applications

- Analyze deformation process of materials
- Provide detailed dynamic 3D profile of facial expression for movie making

### Awards

First Prize of Scientific and Technological Progress Award, Ministry of Education, China (2011)

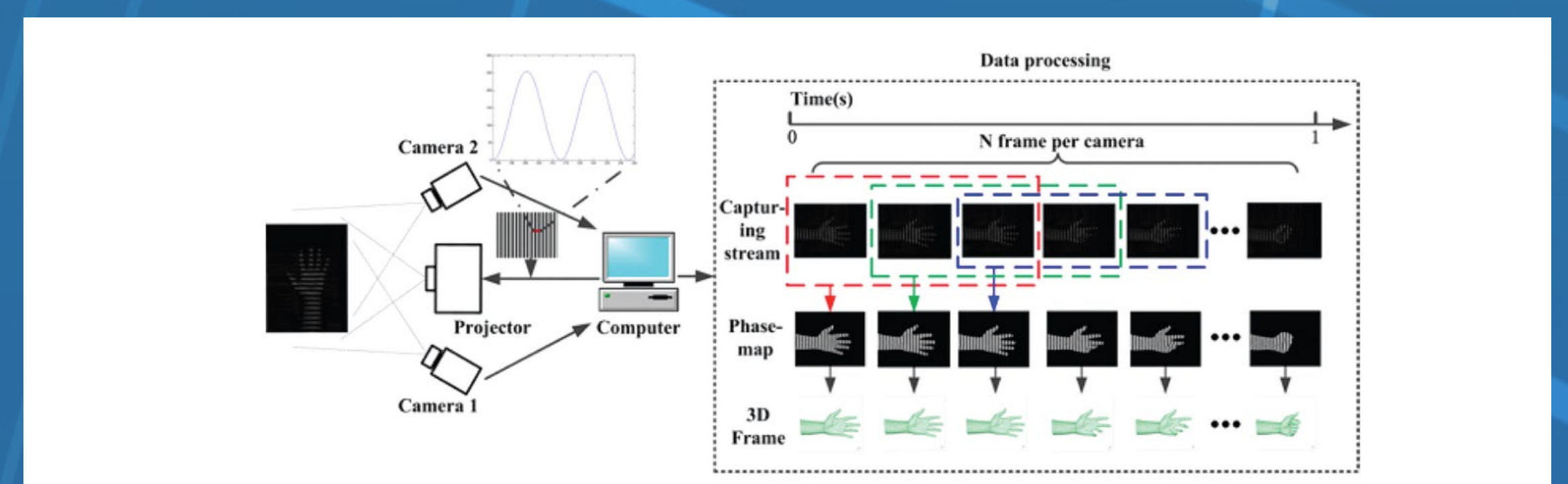
### Intellectual Property

PRC Patent: 201010166876.5

### Introduction

La mesure dynamique en trois dimensions (3D) permet une analyse détaillée du mouvement de multiples objets et joue un rôle important au sein d'un grand nombre de domaines industriels tels que la fabrication, le biomédical et le multimédia. L'analyse de mouvement conventionnelle basée sur des prises de vue à haute vitesse ne peut suivre que plusieurs caractéristiques 3D. D'autres techniques de mesure dynamique en 3D basées sur la technologie de la lumière structurée sont incapables d'atteindre une haute précision et une résolution totale à cause de divers défauts des algorithmes de codage et de décodage des images.

Cette invention consiste en un système de mesure de forme 3D basé sur un décalage de phase à trois niveaux et une contrainte multi-vues. Le système se compose d'un projecteur à traitement numérique de la lumière (DLP) et de deux caméras. Des motifs sinusoïdaux à frange à décalage de phase constant sont projetés sur les surfaces à mesurer et les deux caméras capturent les motifs déformés à des fins de décodage et de rapprochement. Les points 3D sont alors reconstruits avec une grande précision, en temps réel et à pleine résolution spatiale.



Measurement principle

### Caractéristiques Particulières et Avantages

- Reconstruction d'une image 3D par trois images adjacentes quelconques afin d'obtenir une résolution en temps réel
- Utilisation de décalage de phase à trois niveaux pour la construction 3D de chaque pixel afin d'obtenir une résolution spatiale totale
- Utilisation de contrainte multi-vues pour calculer chaque pixel individuellement et pour réaliser une mesure en temps réel par calcul informatique parallèle
- Insensibilité à la texture de la surface à mesurer
- Résolution spatiale : 0.02mm-1mm (selon la résolution de la caméra)
- Résolution temporelle : 200 images par seconde (f/s) (selon la vitesse de la caméra)
- Précision du mouvement :  $\leq 0.2$  mm

### Applications

- Analyser les processus de déformation des matériaux
- Fourniture de profils dynamiques 3D détaillés des expressions faciales pour la réalisation de films

### Principal Investigators

Prof. Yusheng SHI, Dr Zhongwei LI  
 State Key Laboratory of Material Processing and Die & Mould Technology  
 Huazhong University of Science and Technology  
 Email: zwli@mail.hust.edu.cn