國立臺灣大學電子所ICS組106學年度第二學期

「博士學位論文口試」會議紀錄

日期：民國107年05月22日（星期二）下午01時00分

地點：國立台灣大學博理館113室

召集人：詹寶珠教授

指導教授：簡韶逸教授

口試委員：楊明玄教授、王鈺強教授、陳炳宇教授、莊永裕教授、洪一平教授、孫民教授、詹寶珠教授、廖弘源研究員

博士生：吳柏辰同學

|  |  |
| --- | --- |
| 論文題目： | 精準六自由度物體姿態之估測與追蹤 |
|  | Accurate 6DoF Object Pose Estimation and Tracking |

記錄：塗偉志同學

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | (P.30) 投影片左下跟右下是什麼? 板子的邊好像沒有對的很準? |
| 吳柏辰同學： | 左下是從color camera的座標系看到的深度資訊、右下則是從depth camera看到的顏色資訊；由於量測到的深度本身有誤差，所以我們在做兩座邊系之間的轉換時並無法做得完美。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 陳炳宇老師： | (P.35,P.36) Dataset標第一張就好了嗎?既然只要標大概就好，為什麼還要請使用者標第一張呢?能不能完全自動呢? |
| 吳柏辰同學： | 只要標第一張沒錯。這裡的標大概的意思是我們需要使用者指出可能的corner位置，但是位置不用到非常精確，我們可以透過演算法做位置上的修正。目前標註的程式還無法做到全自動。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 廖弘源老師： | (P.43) 「盡你所能」好像不是科學用詞，你怎麼知道你做完是對的，能不能把影響的因素順序化，像PCA那樣，把重要的因素優先分析? |
| 吳柏辰同學： | 我們是希望量測到的深度值與實際的深度值越接近越好，但是目前的depth sensor量測的結果是有某種程度上的偏差，因此我們會做深度值的校正。而calibration順序是先從 color camera與infrared camera本身的calibration開始做起，下一步則是兩者之間的relative rigid transformation的取得，最後才會做depth calibration。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 莊永裕老師： | (P.43) 大部分情況之下是不需要深度的，深度對你們的dataset很重要嗎? 既然是為了迎合別人的方法而收集depth，那何必需要修好depth? |
| 吳柏辰同學： | 深度目前對於我們的演算法本身不是太重要，但是由於其他演算法需要使用到深度，因此我們為了能讓大部分的演算法都能使用我們的benchmark dataset，我們把深度資訊也考量的進來。其實我們的第一個benchmark dataset版本是用一般的高解析DV錄製的，但後來發現其他演算法有滿多需要深度資訊，因此第二版才改成是用Kinect V2錄製。而別人的演算法，尤其是在training階段時，可能在資料處理上是輸入完美的synthetic data，因此在深度上我們是希望越接近真實情況越好。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 楊明玄老師： | 這個dataset花了多少時間? |
| 吳柏辰同學： | 前前後後大概是一年多。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 廖弘源老師： | 現在新的技術很短時間就可以catch上來，你花這麼多時間有價值嗎? |
| 吳柏辰同學： | 其實在建置dataset的過程當中，我們不僅學會了許多3D電腦視覺的知識，同時也發現一些目前現有演算法上的缺陷，因此我們才能構想出我們最終的演算法與系統，整理看起來還是很值得的。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 陳炳宇老師： | 你剛剛說當時只有你用Kinect V2錄製dataset的影像，那現在呢? |
| 吳柏辰同學： | 目前也有其他兩組研究團隊利用Kinect V2錄製他們的dataset，完整的資訊可以在論文的P.43找到。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | 投影片P.48有點看不懂? |
| 吳柏辰同學： | 一般的feature-based method會分成三個階段，第一階段是feature matching，在這個階段之後可能會有大部分的inliers與少部分的outliers，第二階段我們使用RANSAC把outlier去除後，才會使用最後的PnP演算法算出最終pose。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 廖弘源老師： | (P.48) 你怎麼確定outlier都去掉了? 用SIFT是不是? |
| 吳柏辰同學： | 其實RANSAC也無法保證每次都會把outlier完全去除，但是我們可以設定參數，讓它在超過九成九的情況下都是只剩inliers的。我們在這個例子是用SIFT沒錯。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 王鈺強老師： | (P.74) 順便幫未來公司打廣告嗎? |
| 吳柏辰同學： | 沒有，這只是很一般的零，只是我橫放而已。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | 可以對APE (approximate pose estimation) 和DPE (direct pose estimation) 名詞進行一些釐清嗎? |
| 吳柏辰同學： | DPE其實算是APE+PR (pose refinement) 的綜合演算法。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 陳炳宇老師： | (P.87) 0.4mm的準度怎麼量的? |
| 吳柏辰同學： | 我們利用synthetic data測量出來的。由於synthetic data是透過我們提供的pose sequence產生的image sequence，因次我們可以得知這段影像的真正的物體的pose值是多少，我們再透過自己的演算法計算影像中物體的pose後，即可得知計算出來的筆尖位置與實際的筆尖位置距離差多少。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 孫 民老師： | DodecaPen在3D的時候怎麼決定要不要畫? |
| 吳柏辰同學： | 我們是透過鍵盤空白鍵的按壓與否決定的。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 廖弘源老師： | (P.123) Mocap 每次減少要拿掉哪一支是怎麼決定的? |
| 吳柏辰同學： | 我們透過自身的專業判斷，將影響程度最小的相機排在移除順位的最高處，依序減少相機數量。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 楊明玄老師： | 做的很好!沒問題阿!不簡單阿! |
| 吳柏辰同學： | 謝謝楊老師的肯定。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 莊永裕老師： | 機械手臂為什麼要塗斑馬條紋? |
| 吳柏辰同學： | 這只是他們的裝飾而已，本身沒有作用。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 莊永裕老師： | OPT dataset測試時旁邊的checkerboard有拿掉嗎? |
| 吳柏辰同學： | 這部分其實拿或不拿對於最後做演算法的evaluation是沒有影響的。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 莊永裕老師： | DPE本身還沒有達到realtime，但DodecaPen用hierarchical的方式可以達到，有嘗試把類似技巧用在DPE嗎? |
| 吳柏辰同學： | 我們有將hierarchical的方法加在DPE上，可以將速度提升兩至三倍。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 陳炳宇老師： | DodecaPen 被遮到有關係嗎? |
| 吳柏辰同學： | 如果被遮到的話會有筆跡中斷的情況出現。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 陳炳宇老師： | 有辦法模擬筆觸的粗細嗎? 像是毛筆之類的效果 |
| 吳柏辰同學： | 我們可以計算筆尖與平面之間的距離，進而產生出不同的筆觸效果。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | 現在只有0.4mm準度怎麼處理筆觸 (可能需要0.1mm準度)? |
| 吳柏辰同學： | 目前或許有些困難，但是其實我們的系統能力是可以擴充的，比方說我們把monocular camera換成是stereo camera，即可大大增進運算結果的準確度。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | DodecaPen那顆球現在看起來有點大，最小可以做到多小? |
| 吳柏辰同學： | 透過我們實驗的分析，理論上長寬高都可以再減至一半，誤差大約會從0.35mm增至0.5mm，對於使用上來說還算是可以接受的範圍。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 孫 民老師： | 我以為你會用輸入機器手臂的參數來反推ground-truth，結果好像只是用錄到的影片來標ground-truth? |
| 吳柏辰同學： | 我們完全只用影片來標記ground-truth沒錯。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 孫 民老師： | Pen可以做到60fps某一部分是因為有做tracking，前面的DPE應該也可以利用tracking更加速? |
| 吳柏辰同學： | 其實是可以的，加速的倍率大概可以達到30倍左右。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | 哪一部分運算是2ms? DPR其實是一個快速有效的optimization對吧? |
| 吳柏辰同學： | 在marker detection與PnP的部分共需約2ms。DPR的確就是一個快速有效的optimization。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | DPE實驗的real data的ground-truth是怎麼標記的? |
| 吳柏辰同學： | Visual Tracking Dataset的ground-truth是作者提供的，而我們所提出的OPT dataset則是自己標記的。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | 對於DodecaPen與Mocap system比較的結果非常驚艷，做的非常好! Amazing! |
| 吳柏辰同學： | 謝謝洪老師的肯定。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | (關於calibration) 每一支筆都有自己的指紋，是否可以同時追蹤兩支筆? |
| 吳柏辰同學： | 沒錯，每支筆都有自己的configuration。可以支援同時追蹤兩支筆。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 洪一平老師： | OPT標註其實可以透過分析影像特性做到完全自動化吧? |
| 吳柏辰同學： | 理論上是可以做到的，不過我們在這份研究中並沒有探討到這部份的問題。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 廖弘源老師： | 在論文提publication好像很少見? |
| 吳柏辰同學： | 關於論文的格式，我其實是參考某位在倫敦帝國理工一位我所景仰的前輩編排的方式，由於他是這樣編排論文的，而我其實就是參考他的整理架構，內文當然都還是自己寫的。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 王鈺強老師： | Pen還是需要marker，template的選擇? |
| 吳柏辰同學： | 這種黑白相間、方形的marker還是最容易被快速的偵測到，如果要換其他的template理論上也是做得到，但是可能在偵測時就比較沒效率。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 王鈺強老師： | 十二面體應用上有什麼限制嗎? |
| 吳柏辰同學： | 目前十二面體的表面只能放置黑白相間的方形marker，未來或許可以換成其他的template。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 詹寶珠老師： | (P.96) Marker只用到edge，如果marker只留下line marker也可以work嗎? |
| 吳柏辰同學： | Line marker基本上就是另一種marker了，在適用性上我們認為比較沒那麼搭。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 詹寶珠老師： | 相機的resolution降的話performance會稍微降一下，不過你的marker是黑白的好像影響不大? |
| 吳柏辰同學： | 是的，即使resolution長寬各降至一半，我們的結果還是很不錯。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 詹寶珠老師： | 機器手臂移動時是等速? |
| 吳柏辰同學： | 它其實是個加速減速的過程；另外我們只保留中間有移動的部分，其他靜止的frame都被我們人工移除了。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 詹寶珠老師： | 跟別人比較時是用別人的程式嗎? |
| 吳柏辰同學： | 是拿別人實作好的程式來執行了，不是我們自己重新實作的。 |