

衛生紙量測系統 — 以 Problem Frames 與 Behavior-Driven Development 開發的 IoT 系統

專題編號：111-CSIE-S024

執行期限：110 年第 1 學期至 111 年第 1 學期

指導教授：鄭有進教授

專題參與人員：108820008 胡紹宇

108820027 周世昊

108820028 周宥霄

一、摘要

廁所作為一個每天頻繁出入的場所，使用者難免會遇到衛生紙用完，或是廁所正在維修等狀況，因此提升使用者的如廁體驗是個重要的議題。另外，清掃人員打掃廁所時總是需要攜帶大量備品並逐間檢查衛生紙是否需要補充，因此減輕清潔人員的負擔也是我們的目標之一。本研究的目的是為了開發一個公廁衛生紙回報系統，除了讓系統告知如廁者衛生紙剩餘量，清潔人員也可以監控衛生紙的使用狀態，使系統能同時減少如廁者的困擾並增加清潔人員的便利。

二、緣由與目的

在外出時，時常會有需要使用公共廁所的時機，然而在較為緊急時，使用者通常不會注意到廁所是否有足夠的衛生紙，導致上到一半發現沒有衛生紙的窘境發生。另外，由於公共廁所的清掃頻率甚低，通常需要較長的時間才會發現衛生紙需要補充。因此，我們設計一個系統，讓廁所的衛生紙

盒裝備上感測器，透過偵測到的衛生紙量判斷廁所狀態，在廁所安裝 LED 燈，藉由燈號顯示衛生紙是否足夠。我們的系統也會將衛生紙的即時狀態在手機 App 中顯示，方便廁所清掃人員可以立即得知哪些廁所需要補充衛生紙，如此便能大幅的減少意外情況發生的頻率，以達到提升使用者體驗的目的。

三、使用技術方法

我們會先使用 Problem Frames[1] 分析並設計系統架構，得出系統的規格後再使用行為驅動開發 (Behavior-driven Development, BDD[2]) 逐步實作出各種使用情境，以開發出符合需求的系統。

(一)、Problem Frames

Problem Frames 為 Michael A. Jackson 在 1990 年代所提出的問題分析方法，藉由這個方法可以將龐大且繁瑣的系統需求，經由系統化的做法拆解成較小的子問題，並將子問題分類至適合的 Problem Frame，最後透過 Problem Frame 對應的 Frame

Concern 分析子問題的規格，讓開發者能更明確的開發出符合系統需求的系統，如圖 1。

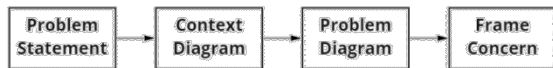


圖 1 Problem Frames 系統分析過程

(二)、Behavior-driven Development

以上的分析完成後，我們會按照每一個 Frame Concern 的系統規格寫出對應的 BDD 測試，以 Given-When-Then[3] 的方式去描述使用情境。除了讓一般的使用者可以看懂系統規格，也可以藉由 Python 的 Behave 工具[4] 執行測試，以確保我們的子系統符合預期的系統規格。

四、架構流程

- Sensor 感測器：使用 HC-SR04 距離感測器測量捲筒衛生紙外圍衛生紙殼的距離，以推算衛生紙量。
- Toilet Computer 廁所電腦：負責整理廁所隔間的衛生紙感測器 (Smart Tissue Box) 之測量結果，以及將偵測到的狀態反映到廁所的 LED 燈及後端 (Backend)，使用 Python 開發並在樹莓派執行。
- Backend 系統後端：負責將廁所衛生紙的即時狀態傳送至手機應用程式 (App)，並且處理 App 端改變廁所狀態、新增、關閉廁所等事件，使用 Golang 開發。
- App 使用者端：負責顯示和編輯各間廁所的即時狀態，使用 Java 開發 Android App。

五、結論

透過我們設計出的系統，使用者可以在進入廁所前透過 LED 燈號看到廁所內的衛生紙是否足夠，清潔人員也可以透過手機 App 即時監控每間廁所衛生紙的剩餘量，進而減少使用者及清潔人員的困擾。

六、未來發展

- (一)、清潔人員可以透過手機 App 將廁所狀態改為清潔中或維修中。
- (二)、加入設定時間並改變感測器模式的功能，或加裝文字顯示器顯示一般與緊急資訊，讓系統變得更完善。

參考資料

- [1] Michael Jackson, "Problem Frames: Analysing and Structuring Software Development Problems," United States: Pearson, 2001.
- [2] Introducing BDD - Dan North & Associates Ltd [Online]. Available: <https://dannorth.net/introducing-bdd/>.
- [3] GivenWhenThen - Martin Fowler [Online]. Available: <https://martinfowler.com/bliki/GivenWhenThen.html#footnote-ivan>.
- [4] Behave [Online]. Available: <https://behave.readthedocs.io/en/stable/>.