

Abaqus and Isight application in computer stand optimization

李明山

緯創資通股份有限公司

摘要

“讓 CAE 走在設計的前端”，是本文主要闡述的重點。本文以一體機電腦腳架為研究模型，為使產品滿足使用端的需求，在開發初期導入流程自動化軟體 Isight 搭配 CAD 軟體 Cero 與分析軟體 Abaqus，進行一系列自動最佳化分析，不僅提供設計趨勢，更全面提供模型各樣的可能性，發想於客戶之先，並搭配模擬與實驗驗證方法，提供貼近真實的預測結果，使設計者有全面的思考及滿足實際的使用情況。

關鍵字：CAE、一體機、Isight、Cero、Abaqus、最佳化

ABSTRACT

“CAE-led innovation and design” is the main idea of this article. The stand of an AIO (All-in-One) computer is our study model in this article. In order to provide the stand design direction while satisfying various and multiple design possibilities, process automation software ‘Isight’ is applied in this research. By combining CAD software ‘Creo’ and CAE software ‘Abaqus’, one can carry out an auto-optimization simulation study. Furthermore, experiment method is applied to get the optimal target for satisfying product specifications and user experience. Not only can this process find out the optimal result, but it can also reveal the full possibility in early design stage.

Keywords: CAE, AIO, Isight, Creo, Abaqus, Optimization

一、緒論

“讓 CAE 走在設計的前端”，CAE(Computer Aided Engineering) 用於業界中有幾個層面，主要為協助設計開發者，

- 一、發想
- 二、架構
- 三、驗證
- 四、求解

而 CAE 發揮的效應，則隨者開發階段越後期，效應越小，如圖 1，而在使用在各階段中所面臨的變更限制、模擬所要求的精確性、所採用的資料庫內容多寡及所需的工程經驗的高低多寡如下表 1 所示。當然使用 CAE 分析最終目的是希望利用電腦的科學計算輔助快速的提供優良的產品，確保產品的競爭性。

本文所開發的產品為一體式電腦 (All-in-One Desktop)，如圖 2，即無外接式電腦主機，而將所有電腦零件配置於顯示器後方，因此螢幕部分較一般僅顯示器功能之螢幕還重，加上該螢幕又有接觸(Touch)功

能，相對一般顯示器而言，其電腦腳架(stand)的穩定度相對重要而須嚴謹考量。本次即在該產品前期”架構”階段進行腳架最佳化的結構穩定度分析。由於該腳架造型特殊，而較難以簡化數學模型作初期評估，此時導入 CAE 分析對於 ID(Industrial Design)外觀設計人員的建議更顯重要，以避免出現不可接受的外觀或無法實際使用的腳架。

本文架構如下：

- 二、模擬方法
 - 2.1 模擬內容及目的
 - 2.2 模擬與實物驗證
 - 2.3 搖晃時間預測方法
- 三、自動最佳化模擬流程
- 四、自動最佳化模擬結果
- 五、結論與未來展望
- 六、致謝
- 七、參考文獻

二、模擬方法

2.1 模擬內容及目的

本案例主要針對客戶想知道該 AIO 站立於桌面上，而使用者用手指點擊螢幕操作時，如圖 3 AIO 觸控示意圖，螢幕是否會晃動過大或持續晃動，而造成使用者無法使用或不方便使用。而該測試亦定義於客戶的搖晃測試(Wobble test)規範中，如圖 4 Wobble Test 結果示意圖。

本文則使用一般常見的較準確的靜態模擬，搭配實驗數據，進行預測推估，與以往搖晃預估模擬方式有所不同，如圖 5，原因有二：

1. 面對此類型的模擬，常使用線性動態模擬疊加法模擬，先求得模型中各基本模擬態，再線性疊加運算，但該方式僅限處理線性材料、線性運動的模擬狀態，而實際晃動測試中，機台零組件常以卡勾或緊迫的方式組裝，而屬於非線性不連續的接觸狀態，常利用連接元素(connecter element)去調整其卡扣的連接程度，對於設計尚未固定的產品，連接元素的變異較大，而不好調整預測。
2. 另一點，實際測試中搖晃時間的預測與零組件的材料及系統阻尼有著密切的關係，而設計尚未成形前，各個材料的阻尼不易取得外，系統阻尼也常因人為調整，而有顯著的不同，難以與實際接近。

詳細靜態模擬，搭配實驗數據預測方式，將於下兩節介紹。

2.2 模擬與實物驗證

模擬與實物驗證有一定的準確性情況下，才能對腳座做後續最佳化的模擬。模擬的模型介紹如圖 6，腳座前端固定，於重心位置加入機台自重，獲得 Stand 頭部向下位移量並與實際試驗所獲得結果進行比較，如表 2。由結果可知模擬有一定的準確性，並繼續後續的最佳化流程。

2.3 搖晃時間預測方法

搖晃時間(wobble time)預測為本文想要介紹的重點之一，其基本概念相當直觀與簡單，作法如圖 7。

以下對上述幾點作詳細介紹：

1. 搖晃時間 vs 腳座變形量的曲線：利用兩組以上的實驗值獲得曲線，如圖 8，

本文所獲得的實驗數據為 4 個點，即進行 4 次打樣。

2. 趨勢線：由圖中可明顯觀察到腳座變形量對於晃動時間而言可接近是雙線性的變化。因此需特別注意若在測試數據量不夠的情況下，若使用簡單的線性的趨勢線，則會有很大的誤差。本文期望的搖晃時間則是越小越好，因此取前段數據並用冪次回歸得到冪次方程式。
3. 目標腳座位移量：獲得趨勢方程式後即可設定目標搖晃時間，帶入方程式即可得到目標腳座位移量。
4. 最佳化模擬分析：而本案例較大的挑戰是在客戶尚未定義該腳座各個尺寸限制，因此增加模擬參數的變數範圍，為提供客戶選擇的方向，因此提供各式參數的反應曲面，也因此需要採用 Isight 進行自動化模擬分析，詳細內容如下章所述。

三、自動最佳化模擬流程

以往的最佳化分析流程與自動最佳化分析差異如圖 9，詳細說明如下：

Step1. 由 ID 或機構工程師提供第一版結果。

Step2. 交由 CAE 工程師完成第一版的模擬結果。

Step3. 判定結果，提出改善方向。

Step4. 根據模擬結果，ID 或機構工程師提出第二版圖檔再進行分析，如此循環，最終提出可行方案。

在本案件中由於客戶在定義該腳座時，並未設定相當多限制，僅希望保留外觀造型，對於各個詳細尺寸採開放式討論，如此雖可變化的空間大，但可變參數也大幅增加，若使用傳統最佳化分析，相對會耗費相當多時間，且未必能達到客戶期望。因此利用士盟科技提供的自動最佳化分析，進行評估，詳細流程如下：

Step1. 在 ID 或機構工程師輸入第一版圖檔後，定義 Cero2 圖檔關鍵尺寸。

Step2. 搭配士盟開發 Isight Cero AI component，使用 Isigh 串連 Cero2 及 Abaqus 分析，使 Cero2 圖檔根據用 Isight 所定義的最佳化方法，自動進行修改，直達到所定義的目標值。

四、自動最佳化模擬結果

根據圖 9 自動化設定的方式，進行後續的分析，下方簡述使用方法流程[2]:

1. 輸入圖檔/定義尺寸參數

在 ID 尚未定義詳細尺寸時，該圖檔的幾何也相對簡單而不需要進行太多特徵的簡化，可利用 Creo2 parameter relations 進行定義重要尺寸，本文尺寸如圖 10 腳座重要尺寸參數定義中所列。

2. CAE 分析/設定目標/自動修改圖檔

根據初始圖檔先進行第一次分析後，得到結果，可設定所需目標值，本文目標值則定義腳座整體位移量。

之後進入 Isight 設定的流程中，如圖 11，利用 Isight 內部最佳化 DOE 模組，定義目標期望值，可變參數範圍，使 Isight 自動連結 Creo 生成圖檔，根據最佳化設定自動分析。設定細節可洽士盟科技，在此就不再贅述。由 DOE 最佳化的結果，可得知各個參數對於目標位移量的變化影響大小比例，圖 12，提供尺寸變更的考量依據。

另外由於客戶欲考量各式組合搭配，因此針對所得到的各組結果，可建立反應曲面，如圖 13 及圖 14，分別固定腳座厚度 T 及腳座寬度 W，可以在反應曲面中直接選擇可滿足腳座變形量的各式組合。直觀的選擇可大幅減少不同尺寸匹配的模擬組合，同時也可及時的回應客戶各式的可能性。

五、結論與未來展望

本文所欲強調的重點結論有以下幾點:

1. 使 CAE 效能最大化，在於將 CAE 放在開發過程的哪個階段有著決定性的影響，當初期進行發想架構時，則可以減少面對無法變更的困境，同時可以對未來設計趨勢有初步想法。
2. 本文非使用線性動態分析，而使用靜態分析加上實驗驗證的方式可以瞭解在此構型下的結構反應的趨勢，而使用雙線性趨近方式比線性趨近更符合實際變化。
3. 自動化分析除了可大量的進行各種可能性的模型外，並根據此資料可進行趨勢分析與各式參數敏感性的統計，對於非結構分析專業人員而言可以直觀表達其變化的差異性，有助於作判斷及決定。

未來展望討論部分如下:

1. 針對本文對於搖晃時間的預測部分，其研究方法尚有相當多種方式可進行，本文所使用的靜態分析搭配實際試驗方式，雖可較貼近真實情況，但樣品打樣的成本昂貴，若能針對動態線性分析有大量完整的數據庫，仍可針對簡單構型於線性變形的模型進行預測。
2. 在未來更多統整的自動化分析軟體出現的情況下，自動分析會更趨於簡單易上手且與圖檔的聯結更加密切。由於本文的初期 ID 圖檔是由其他圖檔轉檔而來，在圖檔重繪與參數建立上仍須進行調整，若能與構圖者有直接的聯結，可省去相當多時間與工夫。
3. 軟體的串聯的部分亦是自動化的關鍵之一，本文自動化雖已屬相對簡易的方式，但由於是採用三種軟體進行串連，在軟體安裝，配合及設定上稍顯複雜，可預見未來開發之軟體會更趨簡易上手的。

六、致謝

感謝客戶提供此前期開發機會，使我們能同步進行設計與討論，使 CAE 發揮的效果能被看見。

感謝士盟科技大力贊助相關軟體提供使用，不論於時間、技術、各式建議上全力支持，使此專案能順利進行，由衷感謝!

感謝緯創內部長官及同事的認同與支持，使專案能無後顧之憂的持續進行。

七、參考文獻

- [1] 士盟科技 Isight Training Lecture

八、表格

模型	變更限制	要求精確性	資料庫應用	工程經驗輔助	目的	使用軟體	Case
發想	低	低	低	高	協助設計者建立雛形	Tosca	Topology
架構	↓	↓	↓	↑	形狀尺寸最佳化	Isight, Abaqus	Shape Optimization
驗證	↓	↓	↓	↑	預先找出問題點	Abaqus	Drop Strength
求解	高	高	高	低	重現問題，找出解法	Abaqus	Drop Strength

表 1 各應用階段使用限制及目的

	Real	Simulation
Deformation (mm)	0.93	1.036
Error	-	11%

表 2 模擬與實際比較

九、圖片

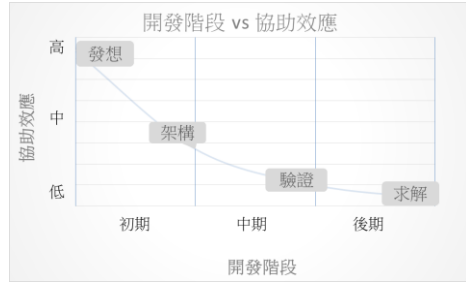


圖 1、CAE 用於各開發階段的效應

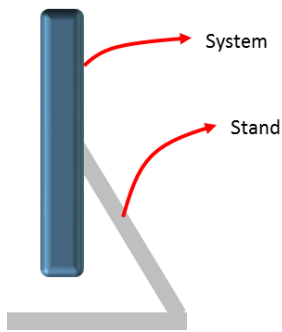


圖 2 一體式電腦圖示



圖 3 AIO 觸控示意圖

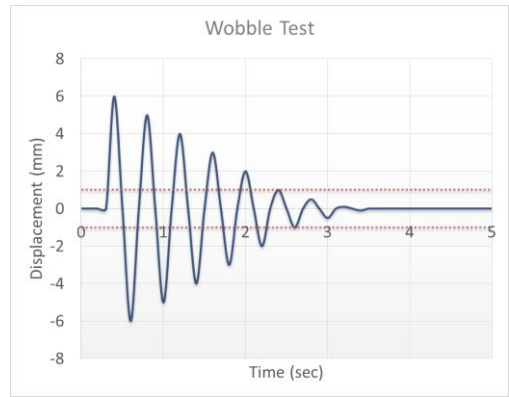


圖 4 Wobble Test 結果示意圖

線性動態分析		靜態分析+實驗驗證	
優點 <ul style="list-style-type: none"> 設計完整性高的模型可直接獲得所需結果。ex. wobble time 	缺點 <ul style="list-style-type: none"> 接觸不連續，須利用connector element 取代接觸狀態 材料屬性不易取得 系統組配不易調整 	優點 <ul style="list-style-type: none"> 靜態分析準確性高 可忽略模擬參數人為調整的不確定性 	缺點 <ul style="list-style-type: none"> 須有實際樣品驗證 產品變異須有一致的趨勢，以利於統計判斷

圖 5 模擬方法比較圖

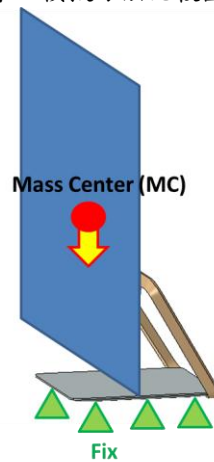


圖 6 模擬模型

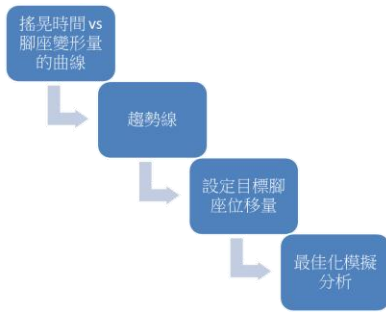


圖 7 搖晃時間預測方法

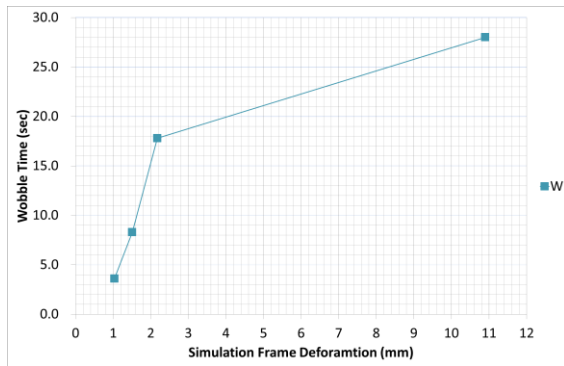


圖 8 搖晃時間 vs 腳座變形量曲線

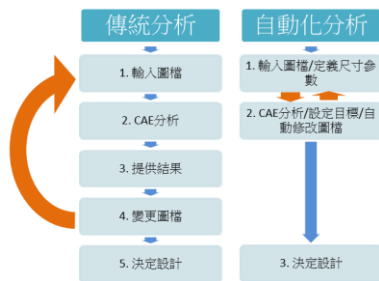


圖 9 傳統與自動化分析流程

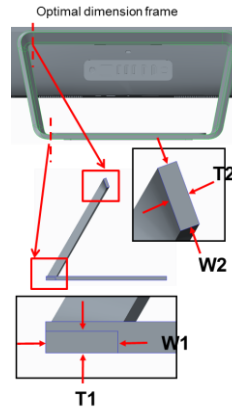


圖 10 腳座重要尺寸參數定義

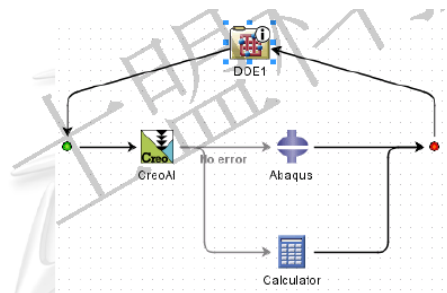


圖 11 Isight 最佳化設定流程

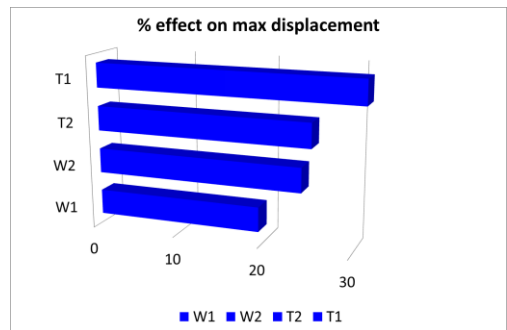
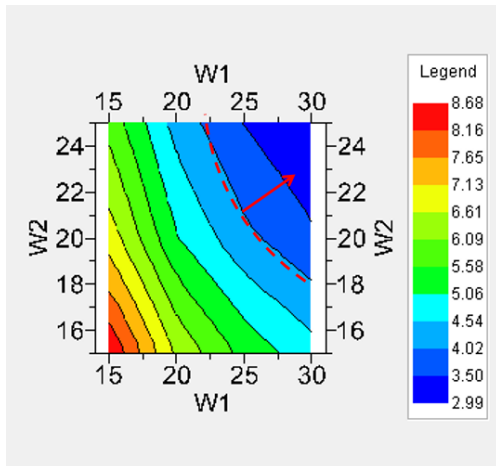
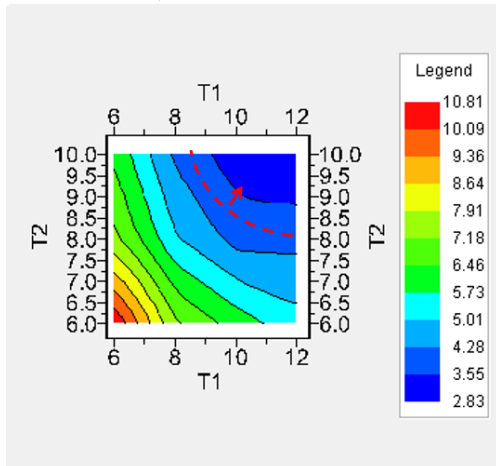


圖 12 各個參數對目標值影響比例



Fix $T1=T2=8$ mm

圖 13 固定厚度 T ， $W1$ and $W2$ 反應曲面



Fix $W1=W2=20$ mm

圖 14 固定寬度 W ， $T1$ and $T2$ 反應曲面