|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Weekly Research Report | | | |
| Name | Aiyung | Duration | 2024/09/25~ 2024/10/01 |
| Date | 2024/10/01 | (week 3) | |

1. Brief title of this report (本報告主題)

文獻閱讀

無網格法實作

1. Research issue address at … (研究過程中發現的問題)

邊界條件施加困難。

1. Method or possible solutions (提出可能的解決方法)

* Chen J-S, Hillman M, Chi S-W. **Meshfree Methods: Progress Made after 20 Years**. Journal of Engineering Mechanics. 2017;143(4):04017001.

此文獻整理了從1997至2016年間有關無網格法的310論文，超過52種不同算法。對數值方法的推導、沿革、適用場域、誤差與改進方式詳細說明與歸納的綜述論文。

由於1.解函數逼近方式、2.佈點方式與3.形狀函數改進方式基本上是排列組合的方式出現在各個算法間，本文並沒有為現有數值方式進行重新分類。

* Wittek A, Grosland NM, Joldes GR, Magnotta V, Miller K. **From Finite Element Meshes to Clouds of Points: A Review of Methods for Generation of Computational Biomechanics Models for Patient-Specific Applications**. Ann Biomed Eng. 2016 Jan;44(1):3-15. doi: 10.1007/s10439-015-1469-2. Epub 2015 Sep 30. PMID: 26424475.

此文獻整理了116篇著墨於生成使用在計算生物力學之模型的文獻。並根據1.幾何擷取、2.計算模型生成、3.材料性質與邊界條件等大項分類描述。

在計算方法節，提出有限元方法的弱項：

* + - 1. 生成品質好的網格相當困難，軟組織更甚。為每一個病患每一場手術製作成本高昂。
      2. 即使網格製造成功，在大變形或破壞區域下時常失效。

並指出無網格法雖可解決成本與奇解問題，但仍有下列挑戰：

1. 在任意形狀上建立「可供使用」的形狀函數只能由有高深經驗的人員施作。
2. 由於形狀函數是非多項式函數，目前無法建立誤差的明確上下界。即是結果判讀亦需要資深人員，當前階段尚沒有泛用性。

本篇文指出無網格法已成為軟組職建模分析的趨勢，但仍需更多研究。

1. Outcomes and new derivative problems (因應該方法產生的結果，及或衍生的新問題)

目前使用之無網格迦遼金法(Elements-Free Galerkin Method, EFG)是有限元素分析(Finite Element Method, FEM)以移動最小二乘法(Moving Least-Squares, MLS)對形狀函數進行改進的衍生手法，不是完全的無網格法(Meshless Methods, MMs)。

由於純無網格法佈點方式相對自由，分析適用方法需要較長時間。

1. Conclusion & Discussions (小結與討論)

在軟組織模擬計算上，無網格法已成趨勢。

1. Plan for next week (下周預期工作內容，提出可能解決本周問題的幾種規劃)

根據文獻一的數值方法對目前模型進行改進。

+FEM數學concept、MMs concept、(未來)優缺比較

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體, 數字 的圖片

自動產生的描述

圖 1 二維EFG邊界條件設定錯誤示意圖

Strong form 2nd PDF 🡪Weak form 1st PDF (galerkin)

解析解🡪近似解 (離散)

一張含有 文字, 行, 圖表, 繪圖 的圖片

自動產生的描述一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 行, 圖表 的圖片

自動產生的描述

圖 2 二維FEM與EFG模擬形狀比較

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 行, 字型 的圖片

自動產生的描述一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 行 的圖片

自動產生的描述

圖 3 二維FEM與EFG模擬數值差異

一張含有 圖表, 圓形, 螢幕擷取畫面, 折紙 的圖片

自動產生的描述

圖 4 FEM與EFG形狀函數示意圖

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 鮮豔, 字型 的圖片

自動產生的描述一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 鮮豔, 圖表 的圖片

自動產生的描述一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 鮮豔, 圖表 的圖片

自動產生的描述

圖 5 EFG加入介點（Intervention Point）嘗試求解示意圖



