

研究動機與目的

AI是近年最熱門的話題之一，有關人工智慧的研究結果不斷的推陳出新，希望透過此研究專題以跟上時代的腳步。在現存多樣神經網路中，我們選擇了突波神經網路進行研究與實作。突波神經網路具有事件驅動特性，非常適合搭載位址事件表示(AER)來操作。我們實作出兩種AER架構，分別是階層位址事件表示 (Hierarchical AER) 和環狀位址事件表示 (Token ring AER)，透過比較兩種架構的表現，探討AER在突波神經網路中的可行性。

研究方法

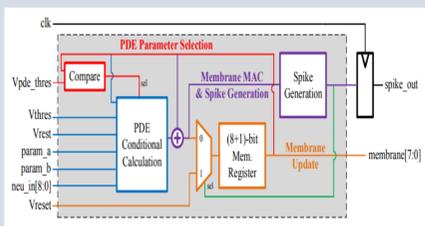
利用MNIST手寫數字的資料集，輸入突波神經網路進行訓練與辨識。因為MNIST手寫數字是 16 x 16 pixels的圖片，所以令輸入端的神經元數量為 256，同時因輸出為數字 0 ~ 9的推論，因此輸出端的神經元數量為 10。輸入層和輸出層中間加入兩層神經元數量為 128 的中間層 (Hidden Layer)。除此之外，設定此神經網路為全連接網路 (Fully Connected Network)，透過Python使用開源機器學習資料庫Torch，針對此突波神經網路進行模擬，得到各神經元之間的權重。

系統架構

SNN模型

256-128-128-10 Fully-connected Network，分別搭載階層位址事件表示 (Hierarchical AER) 和環狀位址事件表示 (Token ring AER)。

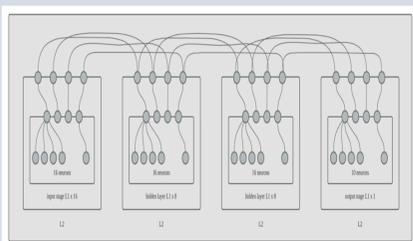
神經元模型



神經元硬體架構

輸入神經元參數和後突觸電流並計算偏微分方程式，將每個時間步的計算結果累加至膜電位變數，持續累加直到膜電位超過閾值，此時神經元輸出突波並將膜電位降至初始值

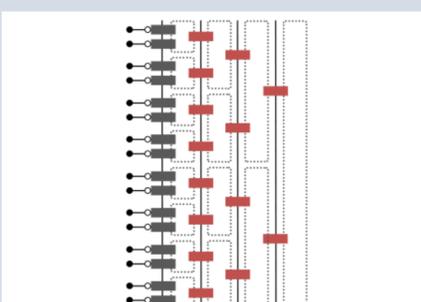
階層位址事件表示



階層位址事件表示架構

16個神經元為一組形成L1，L1位於每一層神經網路的L2下，神經網路層級之間的訊號在L3傳輸。L1、L2、L3之間有中繼神經元，負責Spike-to-AER、AER-to-Weight的訊號編碼與解碼。

環狀位址事件表示

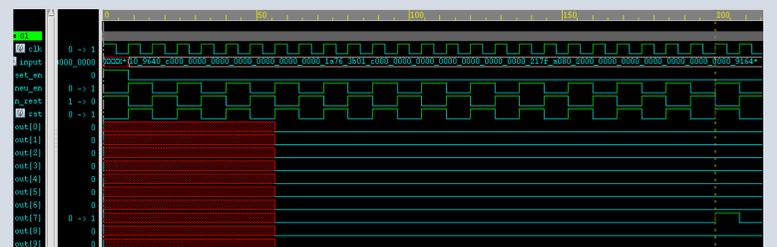


環狀位址事件表示示意圖

以Lserver、Hserver分別作為 Leaf ring和higher level ring的節點，形成樹狀結構，每一個神經元都和一個Lserver連接。當神經元發出突波，連接的Lserver開始索取token，拿到token後方可輸出AER訊號。Token只有一個，在各層級環中皆以順時針傳遞，因此同時發生的神經衝動需要進行排序，輪流索取token。

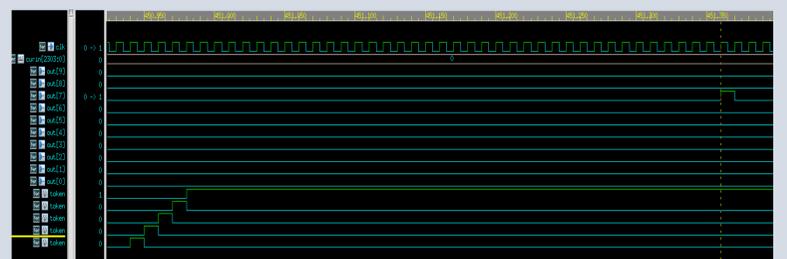
研究結果

階層位址事件表示



輸入像素突波後經過約200個time unit，輸出端出現結果。

環狀位址事件表示



輸入像素突波後經過約451350個time unit，輸出端出現結果。

結論

就實作，結果來看Hierarchical token ring的效率在全連接神經網路、突波輸入較不稀疏的背景，完全無法和Hierarchical AER相提並論。然而Hierarchical AER的高效是建立在神經元全連接的前提下，反觀token ring的架構具有通用性，可以直接套用在任何連接情形的神經網路。也就是說，假如今天神經網路不是全連接模式，Hierarchical AER的內部牽線就必須花費額外的成本重新定義。