

腦力影像 - 增視能、增智能科研成果

來自腦科學的前沿報告：構建數位化腦功能缺損遠端醫療系統

(研究員：閻麗、李彥鋒、孫秀偉，123 國家醫療保健器具工程技術研究中心；123 廣東省醫用電子儀器及高分子材料製品重點實驗室)

摘要

數位化腦功能缺損遠端醫療系統是一個能夠通過Internet向需求人群提供真正治療服務的新型遠端醫療系統，它能夠建立起在醫院及家庭的便捷治療平台，具有有效性、脅從性、娛樂性的特點。該系統的理論基礎為生物物理資訊刺激療法，實現的關鍵技術為虛擬現實技術。

一. 引言

遠端醫療系統是目前國際上發展非常迅速的一門跨學科高新科技，主要應用於公共衛生和醫學資料庫，臨床的診斷、會診、檢查和監護與遠端教學、手術觀摩等方面，而直接通過網路對兒童腦功能缺損病人進行治療尚不多見。遠端腦功能缺損醫療平台是一個能通過 Internet 向需求人群提供真正的治療服務的新型遠端醫療系統，它使腦功能缺損治療的"家庭化"、"趣味化"和"個性化"成爲可能，使盡可能多的患者在醫院的管理下得到有效的治療。

該系統爲解決以下腦缺損問題提供了新的方向和解決方案：

誦讀困難 (Dyslexia)、普通閱讀困難 (Ordinary reading disability)、閱讀理解困難 (Problems in reading comprehension)、拼寫問題 (Spelling problems)、記憶缺損 (Memory disorders)、非聽覺學習困難 (Non-verbal learning disability)、數學困難 (Mathematics difficulty)、大腦缺損導致知覺－認知缺損 (Acquired brain injury with perceptual-cognitive deficits)、注意力缺損 (Attention disorders)。

二. 現代腦功能缺損的治療方法--生物物理資訊刺激療法

兒童中一些常見的發育障礙，如弱視、多動症、閱讀障礙等，大多與基本知覺功能異常相關。這是因爲，大腦作爲對外界資訊處理的器官，其發育有兩個階段：第一階段爲受精至出生前，在這個發育過程中，遺傳因素，孕婦的營養、健康狀況會對大腦發育產生直接的影響；第二個階段是出生後至大腦成熟的時期，對於大腦的正常發育來說，這個時期及其關鍵。在此階段中，大腦的發育顯示出了與其他器官的特殊性，即作爲資訊處理器官，其發育並非如其他器官一樣受激素和營養主導。取而代之地，其接受的外界物理（資訊）刺激的影響起到決批評定性

的作用。例如，在出生後早期，如果雙眼接受到的視覺資訊不平衡，就會導致弱視，繼而由於大腦皮層的70-80%的區域都會受到視覺的影響，可能會引發更為嚴重的腦神經損傷。

現代神經科學認為，對於神經的損傷的治療最好的方法是針對大腦特殊發育特點，使用生物物理刺激的手段進行功能性的治療。如美國視光學會對於斜視的保守治療、弱視視功能的提高，以及閱讀障礙的治療臨床操作指南中，都包含豐富的物理資訊刺激。

但是，以往的視覺治療的物理刺激重點側重於視覺刺激的形式。例如，經典的視軸訓練中，訓練者注重的是被試在觀察圖片過程中所能看到圖片分開的視角，而圖片本身包含的資訊(例如圖片本身是圓形還是方形)是無足輕重的。究其根源，這些關於視軸校正的訓練大多是對眼球運動進行訓練，並沒有直接修復大腦的神經損傷。近十年的腦科學的飛速發展，使人們對於大腦功能的幹預有了更深的認識。對於大腦功能的幹預應注重物理刺激本身包含的資訊，即對視覺資訊本身進行分類研究。如將視覺圖像按照空間頻率進行濾波，獲得包含不同空間頻率資訊的圖像。人們使用這些特異的生物物理資訊對患者進行刺激，即感知覺學習(perceptual learning)，在腦功能障礙治療的臨床中取得了巨大的成功。2001年和2003年美國FDA相繼批准了兩種腦健康生物物理刺激醫療器械，針對性地診斷大腦功能障礙，並且使用感知覺的手段對功能障礙進行特異性修復。這是目前為止，FDA批准的唯一兩種腦功能障礙診斷治療二類醫療器械。生物物理資訊刺激療法在腦功能障礙治療中的主導作用越來越被臨床醫生所認同。

三. 生物物理刺激最佳載體--虛擬現實技術

虛擬現實(virtual reality, VR)是近年來發展起來的一項新技術，1989年由 Jaron Lanier首先提出。它是一個由圖像技術、感測器技術、電腦技術、網路技術以及人--機對話技術相結合的產物，以電腦為基礎，創建一個三維視覺、聽覺和觸覺環境，用戶利用系統提供的人--機對話工具，同虛擬環境中的物體交互操作，使用戶仿佛置身於活生生的現實環境中。此項技術在醫學、機械製造、軍事和娛樂界中有著廣泛的應用前景。

在腦健康物理資訊刺激幹預中，脅從性對於療效有很大的影響。對於兒童來說，由於呈現的物理資訊刺激缺乏趣味，以及注意力容易受外界干擾。脅從性的問題一直難以解決。虛擬現實技術的出現為提高兒童脅從性找到了一條可行的道路。由於能夠完美的使兒童沉浸在所需的物理刺激環境下(包含了豐富的視覺、聽覺、觸覺刺激)，虛擬環境富於變化，人機互動方式多樣。從而提高了兒童的興趣，能夠使其注意力較長時間地集中於物理刺激訓練任務中，並且最大化遮罩外

界幹擾。所以虛擬現實技術已經被廣泛應用於弱視、多動症、自閉症等兒童神經發育障礙中。

四. 系統設計與功能模組實現

1. 遠端網路平台的開發

在遠端數位化兒童腦功能缺損診斷和治療平台中，醫生指導選擇適合患者的檢查和治療模組，為患者保存檢查和治療記錄，提供檢查和治療狀況報告輸出等功能。系統為患者提供三種使用模式：

(1) .登陸模式 (Log In)，在模式下用戶通過自己的 ID (ID 是唯一的且不可變的) 登陸到平台，然後進行選擇需要的功能模組，平台為用戶自動保留相關的報告記錄並保存，醫生和患者可以通過自己的帳號查看和列印相關報告。

(2) .訓練模式，患者不需要登陸就可以選擇相應的功能模組進行訓練，但是訓練結果不會被保存，只能報告當次訓練的結果，退出訓練後記錄將丟失。平台中還有一個比較獨立的模組就是幫助模組，它是一個全局模組。在該模組下可以獲得整個平台的功能說明，以及所有的模組的使用幫助。

(3) .交流模式，視覺生物資訊刺激動態和靜態圖像資料庫向醫生和患者提供互動介面，提高了平台的整體可延展性和可重複性。遊戲開發者、醫生、訓練師可以通過修改內部參數變換相應模式方式，並且提供醫學資料挖掘功能，對網路檢查和訓練資料進行初步統計分析，使醫療工作者、患者家長隨時掌握兒童動態健康狀況。

2. 基於“感知覺學習”機理的遊戲設計

系統包括各種不同的訓練程式，以改善大腦方面的功能，例如保持注意力、運動前的思考、視覺和聽覺處理、聽力、閱讀（通常患有多動症的人會在閱讀方面感到困難）。如果一個人表現出注意力或者學習問題，學術方面的輔導／鑽研與實踐通常不起作用。認知訓練的潛在原則是幫助提升"核心"能力和自我控制，使得個人能夠成功的。訓練直接針對基本的獨特認知困難發生之處"挖掘技巧"。

該系統至少包括以下幾大類治療訓練醫件模版：

模版一. 發展注意力技巧（發展參與和集中能力）

模版二. 視覺運動技巧（訓練手眼協調，視覺掃描，視覺追蹤，良好的運動控制）

模版三. 概念性技巧（針對訓練基本的推理，記憶和感知區分）

範本四. 數值概念/記憶技巧（訓練基本的數學概念，記憶，問題解決和組織技巧，精細閱讀理解）

範本五. 注意力技巧。軟體適用於多動症、腦缺損、精神分裂症或者學習障礙的兒童與成人

3. 以混合現實技術為基礎的空間定位交互形式

通過視覺、聽覺、觸覺、本體感覺與前庭感覺等 5 種最基礎的感覺與虛擬場景接觸，由大腦皮質進行有效的統合。

五. 結語

基於 V R 技術的數位化腦功能缺損遠端醫療系統的研究與建設，利用了最近 10 年腦科學的基礎研究成果，並結合兒童臨床特點，使用最新的虛擬現實技術，針對大腦功能缺損（如腦外傷造成的功能障礙、腦癱等）開發出生物物理資訊刺激治療平台。它成功的關鍵在於解決以下四個技術問題：（1）確定虛擬現實刺激元素模型與各神經心理功能間的對應關係，以及各元素的有效參數；（2）多元素的有效整合以構建虛擬現實場景模型；（3）虛擬現實系統硬體與軟體的有效整合，以達到最佳沉浸效果；（4）預防和減輕 VR 技術運用於神經心理學領域的副作用。相信，隨著虛擬技術、通訊科技和網路媒體的進一步發展，遠端醫療平台勢必在腦功能缺損的治療與康復領域發揮更加重要的作用。