

人間的 熟練過程에 關한 考察

李 哲 榮* · 柳 大 根**

A Modeling of Human Aquisition Process

Cheol-Yeong Yi · Dae-Keun Ryu

〈 目 次 〉

Abstract	3·1·1 水平夾角에 對한 考察
1. 序 論	3·1·2 水平夾角의 測定
2. 熟練度와 誤差	3·2 測定結果의 分析
2·1 學習과 熟練	4. 熟練度의 數學的 모델
2·2 誤差와 熟練度	5. 結 論
3. 熟練度의 測定 및 分析	參考文獻
3·1 熟練度의 測定	

Abstract

This paper deals with a mathematical model which explains process of aquisition or skillfulness of human.

Especially, in the case of determinating a ship's position, a degree of aquisition or skillfulness has a significant meaning in the view point of reliability of a data because it is closely connected with the position error.

In this paper, the authors have obtained the following mathematical model, who analyzed quantitavely the data obtained by a process of measuring the horizontal sextant angles and extracted the factors or parameters affecting the process of aquisition or skillfulness of human. Namely,

$$H = M e^{-iN}$$

M : the coefficiency which represent the degree of difficulty in measuring the object

i : personal parameter

N : the number of measurements

* 正會員, 韓國海洋大學

** 正會員, 韓國海洋大學

1. 序 論

人間的 熟練過程은 學習理論의 一部分으로, 心理學等에서 널리 研究되어 왔으며, 最近에는 工學에서도 人間的 長點의 하나인 學習能力을 數式化하여, 機械的으로 實現하고자 하는 努力이 繼續되고 있다.

지금까지 熟練過程은 連合說, 場理論等의 立場에서 理論的으로 究明하고자 하는 研究結果가 報告되어 왔는데, 比較的 熟練過程 그 自體를 究明하고자 한 것이 一般的인 傾向이었으며, 動物 特히 쥐에 對한 實驗을 통한 研究結果等은 널리 알려져 있는 것 中の 하나이다. 그러나 實際의 對象을 選擇하여 이 過程을 說明한 例는 거의 없는 實情이다.

本論文에서는 이러한 點을 考慮하여 비록 初步的인 것 하나 人間的 熟練過程이 어떠한 要因에 依하여 左右되는가를 分明히 하고 同時에 實際의 데이터로부터 定量的으로 解析하여 그 數學的인 모델을 構成하고자 한다.

人間的 熟練過程은 그 對象에 따라 解析하는 方法에 若干의 差異가 있겠으나 本稿에서는 船位를 測定할 때에 생기는 誤差와 熟練度와의 關係를 考察하고, 船位決定方法中 精度가 높은 水平夾角法을 써서 그 測定에 있어서의 熟練過程을 對象으로 擇하였다. 同時에 水平夾角法의 測定데이터로부터 熟練過程을 形成하는 要因을 分析하고, 定量的인 解析을 行함으로써 熟練過程이 어떠한 數學的인 모델로 表示될 수 있는가를 보이기로 한다.

2. 熟練度와 誤差

2-1 學習과 熟練

人間的 어떤 對象에 對한 熟練過程은 學習過程의 一種으로 廣範圍한 特性을 가진 現象中的 하나이다.

一般的으로 學習이란 「練習에 依해서 생기는 永續的인 行動의 改善」으로 定義되는 것으로 行動의 改善이라 하더라도 한번도 練習함이 없이 成就되는 것은 成熟이라 불리어 學習과는 區別된다.

또한 藥物等에 依한 一時的 興奮等은 學習에 影響을 미치는 條件中的 하나이나 學習 그 自體는 아니다. 行動의 改善 또는 變容中에는 疲勞, 生活體의 老衰, 그 外的 衰弱等이 있으나 어떤 目標나 基準에 비추었을 때 더욱 좋은 方向으로 改善되지 않으면 學習이라 말하지 않는다.

위에서 定義한 바와 같은 學習現象은 人間을 包含한 動物의 世界에 매우 普偏的인 現象으로, 「行動」의 內容에도 言語的인 知識, 感覺의 敏感한 程度, 動作의 熟練으로 부터 要求하는 價值體系에 關한 것 등의 여러 가지가 있으나 以下에서는 學習中에서 가장 基本的인 形態, 即 生活體가 어떤 對象에 直面하여 지금까지 實行한 일이 없는 特定行動樣式을 漸次 익혀가는 熟練 또는 習得(aquisition)이란 現象에 對하여 考察하기로 한다.

2.2 誤差와 熟練度

誤差는 普通 그 發生原因에 따라 系統誤差(Systematic error), 偶然誤差(Accidental error) 및 錯誤等으로 區分되며 系統誤差는 機械的, 個人的 理論的 誤差로 다시 細分된다.

偶然誤差는 그 性質上 發生原因을 알 수 없는 것이며 錯誤는 過失이나 不注意에 起因하는 誤差이다.

一般的으로 誤差를 論하는 境遇에 系統誤差는 理論的으로, 錯誤는 充分한 注意로써 除去할 수 있는 것으로 看做하고, 그 原因을 알 수 없는 偶然誤差는 確率論에 依據하여 處理하여 왔다. 勿論 이 境遇 測定者는 充分한 熟練度를 지니고 相當한 注意를 기울인 것으로 假定하고 있음은 周知의 事實이다. 換言하면, 未熟練者가 測定한 資料는 그 資料의 信賴性이 매우 낮기 때문에 誤差를 論하기 以前에 解決하여야 할 問題點의 하나로 生覺되어 온 것으로, 練習에 依하여 資料의 信賴性을 높힐 수 있다는 「漠然한 推測」위에 이러한 假定이 成立되고 있다고 말할 수 있다. 그러나, 現實的으로 熟練度에 對한 體系의인 分析이 學習理論을 除外한 實際의 對象에 對하여 行하여진 바는 거의 없으며, 가령 「어느 程度」의 未熟練者가 測定한 資料는 結果的으로 偶然誤差 또는 錯誤에 屬하는 性質의 誤差를 恒常 包含하고 있는 것으로 看做되어 誤差의 解析上 여러가지 難點을 남길 餘地가 充分히 있다고 生覺된다.

따라서, 本 研究의 以下 章에서는 熟練度에 關한 定量的 解析을 學習理論에 根據하여 行하기로 한다.

3. 熟練度の 測定 및 分析

3.1 熟練度の 測定

3.1.1 水平夾角에 對한 考察

水平夾角法⁽¹⁾이란 두 點한 3個의 物標를 任意로 選定하고 六分儀(sextant)를 使用하여 中央의 物標와 左右 兩 物標와의 水平夾角을 測定하여 이들 두 角을 품은 圓을 作圖하였을 때 두 圓이 만나는 點을 觀測者의 位置로 하는 位置決定法이며 原理를 그림으로 說明하면 다음과 같다.

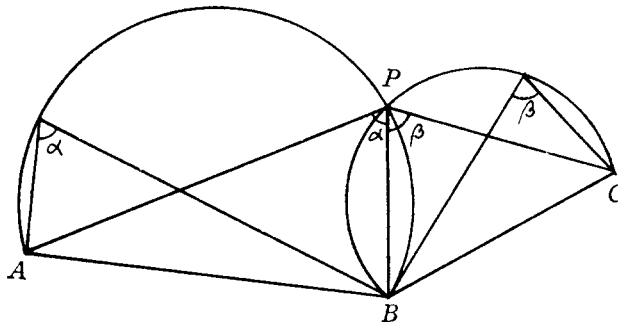


그림 1. 水平夾角에 依한 測定原理

그림 1에서 3物標을 各各 A, B, C라 하고 中央의 物標를 B라 하였을 때 觀測者의 位置 P에서 物標 A와 B의 水平夾角을 α , B와 C의 水平夾角을 β 로 測定하였다면 圓弧 \widehat{APB} 와 \widehat{BPC} 가 各各의 位置線이 되므로 두 圓弧의 交點 P가 觀測者의 位置가 된다.

水平夾角法은 交叉方位法에 比하여 夾角의 測定 및 船位의 決定이 不便하고 時間이 多少 더 걸리지만 六分儀를 使用하여 觀測하는 方法이 正確하므로 精測을 要하는 境遇에 使用된다. 더우기 船體의 動搖가 甚한 境遇에는 compass card가 不安定하여 方位를 測定하기가 困難하고 精密度도 낮아지므로 小型舟艇, 救命艇等에서는 이 方法以外에는 完全한 方法이 없다. 또 Gyro-compass가 故障이 났을 때 使用하게 되는 Magnetic compass에는 自差의 變化, 磁氣의 變動等에 依한 誤差가 包含되므로 自差의 變動이 甚할 때에는 이 方法을 使用하게 된다. 더우기 船內의 모든 compass가 使用不能케 된 重大한 事故가 發生하였을 때에는 이 方法만이 正確한 船位를 구할 수 있는 手段이 될 수 있다. 그리고 狹水道 通過時나 出入港時, 避險線選定, 또는 compass error 檢出等에 使用될 수 있고 船舶의 어느 位置에서나 測定이 可能하다는 등의 長點이 있다.

以上の 水平夾角法에 對한 考察로부터 水平夾角法은 危急時 또는 精測을 要할 때에 有用하게 使用되는 船位測定法임을 알았다. 熟練度에 對한 考察은 반드시 水平夾角法을 對象으로 할 必要는 없겠으나 水平夾角法에 依한 船位測定時 要求되는 精度를 考慮한다면 다른 船位測定法에 比하여 熟練度가 가지는 意味의 重要性이 크다는 點이 明確해지며, 以下에서는 水平夾角法의 測定을 對象으로 熟練度에 關하여 考察하고자 한다.

3.1.2 水平夾角의 測定

機器誤差를 알고 있는 六分儀와 海圖를 使用하여 水平夾角을 測定하였다.

測定者로서는 六分儀 取扱 및 水平夾角의 測定에 生疎한 韓國海洋大學 航海學科 2學年生 6名을 選定하고(以下 未熟練者라 함) 同時에 데이터의 比較를 爲하여 遠洋航海實習을 마친 航海學科 4學年生 4名을 選定하여(以下 熟練者라 함), 位置를 알고 있는 一定한 地點에서 3物標에 對한 水平

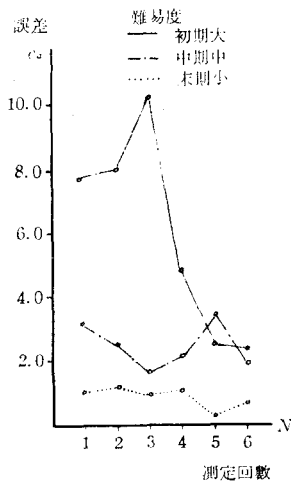


그림 2. 未熟練者中 A君의 Data

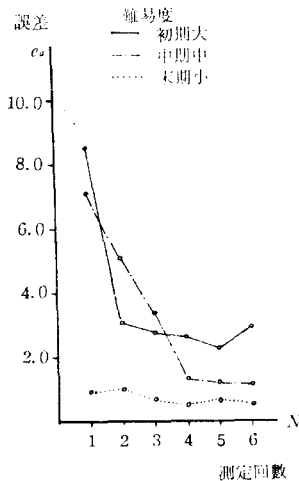


그림 3. 未熟練者中 B君의 Data

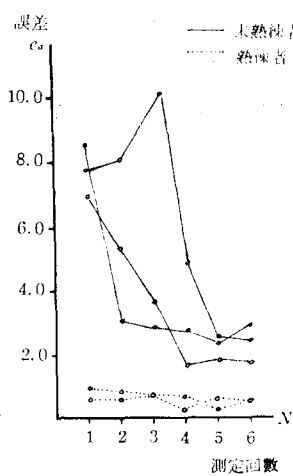


그림 4. 未熟練者(3名)와 熟練者(2名)의 比較

夾角을 交互로 測定하였다. 測定對象은 專門家가 主觀的으로 判斷하여 水平夾角測定の 難易도가 다른 3種類의 物標를 選定하였고, 時間的으로도 熟練의 程度, 即 學習의 進行程度가 다른 測定을 行하였다.

그 結果, 얻어진 觀測值(x_i)를 海圖上에서 作圖로 求한 참값(\bar{x})과 比較하여 絕對誤差($e_a = |x_i - \bar{x}|$)를 算出하여 測定回數(N)에 對하여 圖式化한 것이 그림 2, 3이다.

또한 熟練者와 未熟練者의 觀測結果를 比較하기 爲하여 各各의 測定值를 그림 4에 表示하였다.

3·2 測定結果의 分析

이 節에서는 앞의 節에서 測定한 結果를 中心으로 若干의 分析을 行하기로 한다.

그림 2, 3에서 먼저 눈에 띄는 것은 비록 未熟練者라 할지라도 測定回數가 增加함에 따라 絕對誤差의 크기가 減少하며 最終的으로는 絕對誤差量이 振幅이 작은 振動을 함과 同時에 어느 一定 誤差量에 收斂하고 있다는 事實이다. 이 結果는 練習에 依하여 行動이 改善된다는 學習의 一般의인 定義를 定量的으로 잘 나타내고 있다고 生覺된다.

同時에 破線 또는 點線으로 表示된 結果를 보면, 訓練의 轉位(Transfer of training)¹⁾ 現象이 正의 轉位를 나타내고 있음을 알 수 있고, 同時에 學習의 最終結果와 密接한 關係가 있는 把持²⁾ 現象도 有效함을 說明하고 있다고 生覺된다.

다음에, 觀測者가 달라지면(그림 2, 3의 比較) 絕對誤差量이 減少하는 패턴이 전혀 달라지며, 第 1回때의 觀測值가 가지는 絕對誤差의 크기도 다르다는 것을 알 수 있다. 이는 人間이 熟練 또는 學習을 行할 境遇에는 學習의 進陞度가 個人의 特性에 많이 依存하고 있음을 나타내고 있다.

그림 4는 熟練者의 規測結果와 未熟練者의 觀測結果를 나타낸 것으로 熟練者의 觀測結果는 個人差 $\left\{ \frac{1}{N} \sum (x_i - \bar{x}) \right\}$ 를 考慮한 어느 一定值에 漸近하고 있어 未熟練者와의 差를 한 눈에 알 수 있다.

以上의 分析結果를 綜合하면 다음과 같다.

1) 未熟練者와 熟練者의 觀測資料로 부터 熟練의 程度에 따른 誤差의 變化, 即 熟練이 되어 감에 따라 誤差의 크기는 減少하며 一定한 값에 收斂한다.

2) 誤差의 減少하는 패턴 및 初期值는 個人의 特性에 依存하고 測定對象의 難易도에 따라 달라진다.

4. 熟練度의 數學的 모델

앞 章에서는 觀測結果로부터 熟練度에 關한 一般的인 性質에 對하여 分析하고 熟練度에 關聯되는 要因에 對해서도 考察하였다. 이 章에서는 그 結果를 數學的으로 모델化하고자 한다.

1) 轉位 또는 訓練의 轉位(Transfer of training): 生活體는 어떤 行動을 習得한 때의 場面과 다른 새로운 境遇에 直面하여도, 미리 習得한 行動을 利用함에 依하여, 普通은 보다 有效하게 새로운 場面に 適應할 수가 있다. 이것을 正의 轉位라고 한다. 境遇에 따라서는, 미리 習得한 行動이 負로 作用하는 境遇가 있으며 이것을 負의 轉位라고 한다.

2) 把持: 한번 習得한 行動은 時間의 經過에 따라 조금씩 有効성을 잃어 가나, 적어도 어느 時間의 限度內에서는 相當한 有効성을 有持하고 있다. 이것을 把持現象이라 한다.

學習에 關한 學說은 一般的으로 連合說, 新行動主義, 條件及射說等으로 불리우는 學派와 場理論, 力學說等으로 불리우는 다른 學派로 分離되나, 여기에서는 Hull-Spence의 刺戟反應強化說^{(2), (3)}에 依據하여 模型化하기로 한다.

먼저, 熟練度를 나타내는 尺度(measure)를 H 라 하면, H 는 다음과 같은 函數로 表現될 수 있다.

$$H = f(M, i, N, \alpha) \quad (1)$$

但, M : 觀測對象의 難易度 i : 個人的 特性
 N : 測定回數 α : 그외의 要因

α 를 無視할 수 있는 微少한 量으로 生覺하여 式(1)을 整理하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$H \approx f(M, i, N) \quad (2)$$

또 熟練度를 나타내는 尺度 H 를 定式化하면 다음과 같다.

$$H = e_a = |x_i - \bar{x} \pm \delta| \quad (3)$$

但, x_i : 觀測值 \bar{x} : 眞值
 δ : 系統誤差 또는 錯誤에 依한 誤差

이 問題는, (H, N, M)의 3組로 주어지는 데이터로부터 函數 f 의 形態와 i 를 定하는 것으로 最小自乘法⁽⁴⁾을 利用하여 풀 수가 있다.

3章의 觀測데이터로부터 式(2)는 다음과 같이 나타낼 수 있다. 即,

$$H = M e^{-iN} \quad (4)$$

式(4)는 Hull-Spence의 學習모델과^{(2), (3)} 매우 비슷한 形態를 取하고 있는 것으로, 水平夾角의 測定에 依한 人間的 熟練度는 個人的 特性 및 測定回數가 指數的으로 作用하여 絕對誤差를 減少시키고 있음을 나타낸다. 이 모델은 水平夾角을 測定한 데이터로부터 얻어진 것으로, 다른 船值測定에 關聯된 熟練度の 境遇에도 이 모델이 그대로 適用되리라 豫想된다.

이 모델을 利用하여 實測데이터로부터 H, N, M 값을 導入하여 i 를 決定한 뒤 그래프를 그려 보면

A君의 경우 $i_1 = 0.21$

B君의 경우 $i_2 = 0.39$

(但, $M_1 = 11.6$ $M_2 = 10.8$)

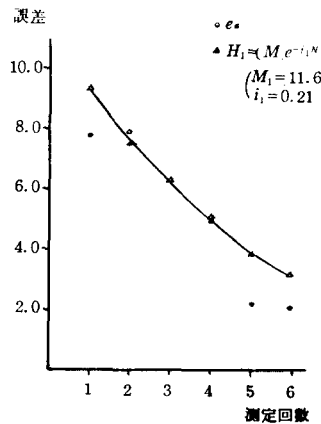


그림 5. 未熟練者 A君의 그래프

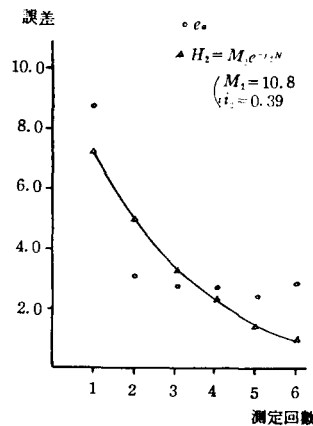


그림 6. 未熟練者 B君의 그래프

이므로 그림 5, 6 과 같으며 이 모델이 熟練度の 舉動을 잘 나타내고 있음을 알 수 있다.

以上으로부터 熟練度は M, i, N 의 變數를 가진 指數函數로서 表示되며 初期值 M 은 觀測對象의 難易도와 個人에 따라 다르다는 것을 알 수 있다.

5. 結 論

本 論文에서는 學習現象의 一種인 人間的 熟練過程을 定量的으로 分析하였다.

第 2 章에서는 學習과 熟練의 一般的인 性質에 對해 論하고 觀測值가 가지는 誤差에 人間的 熟練度가 미치는 影響 및 그 重要性에 對하여 考察하였다.

第 3 章에서는 높은 精度를 要求하는 水平夾角法에 依한 船位測定에 對하여 概略的으로 說明하고, 水平夾角測定에 있어서 人間的 熟練度에 미치는 重要한 要因에 對하여 定量的으로 分析하였다.

第 4 章에서는 第 3 章의 結果를 利用하여 人間的 熟練度를 觀測對象의 難易度, 個人의 特性 및 測定回數를 變數로 하는 指數函數의 形態로 모델化하였다.

本 論文에서 다룬 人間的 熟練過程은 學習過程中에서 가장 基本的인 習得理象만을 다룬 것이며 測定테이타도 水平夾角의 測定에서 얻은 것으로 限定하였으나, 一般航海에서 使用되는 그 外의 여러가지 觀測에 對하여서도 거의 비슷한 結論이 얻어지리라 豫想된다.

將來에 있어서는 人間的 言語知識, 價値體系, 패턴認識 등의 더욱 高次的인 熟練過程에 對해서도 廣範圍한 테이타를 利用하여 研究하여야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 尹汝政, 地文航海學, 釜山: 韓國海洋大學 海事圖書出版部, 1975.
2. E. R. Hilgard, Theories of Learning, Century, 1966.
3. 吉田正昭, 學習理論・學習解析, 東京: 共立出版社, 1971.
4. 本間仁他, 次元解析・最小自乘法과 實驗式, 東京: Corona 社, 1973.
5. P. Fraisse et al, 現代心理學(IV), 東京: 白水社, 1973.
6. 平岩節, 船位論, 東京: 成山堂書店, 1971.
7. J.S. Braun et al, Multiple Representation of Knowledge for Tutorial Reasoning Representation & Understanding, Academy Press, 1975.