บรรณานุกรม

ลิขิต เทอดสถีรศักดิ์. หลักสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. พระนคร: สื่อมการพิมพ์, 2513.

Anderson, R.L. and Bancroft, T.A. Statistical Theory in Research. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1952.

Blalock, Hubert M. Social Statistics. London: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960.

Chao, Lincoln L. Statistics: Methods and Analyses. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1969.

Chou, Ya-lun. Statistical Analysis. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1969.

Clelland, Richard C. and Others. Basic Statistics with Business Applications. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1966.

Cochran, William G. Sampling Techniques. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1966.

Cohen, Lillian. Statistical Methods for Social Scientists. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1954.

Convey, Freeda. Sampling: An Introduction for Social Scientists. London: George Allen & Unwin Ltd., 1967.

Cornell, Francis G. The Essentials of Educational Statistics. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1956.

Croxton, Frederick E., Cowden, Dudley J. and Klein, Sidney. Applied General Statistics. 3d ed. New Delhi: Prentice-Hall of India PVT. Ltd., 1969.

Davies, Owen L. (ed.) Statistical Methods in Research and Production. New York: Hafner Publishing Company, 1961.

Dixon, Wilfred J. and Massey, Frank J. Introduction to Statistical Analysis. 3d ed. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1969.

Dwass, Meyer. Probability and Statistics. New York: W.A. Benjamin, Inc., 1970.

Edwards, Allen L. Statistical Methods. 2d ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1967.

Feller, William. An Introduction to Probability Theory and Its Applications. 2 vols. 3d ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1968.

Fisher, R.A., Sir. Statistical Methods for Research Worker. New York: Hafner Publishing Company, Inc., 1958.

Fisz, Marek. Probability Theory and Mathematical Statistics. 3d ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1963.

Freund, John E. Mathematical Statistics. New Delhi: Prentice-Hall of India PVT. Ltd., 1964.

________________. Modern Elementary Statistics. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1959.

________________., Livermore, Paul E. and Miller, Irwin. Manual of Experimental Statistics. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1960.

Garrett, Henry E. Statistics in Psychology and Education. 5th ed. Bombay: Vakils, Felfar and Simons Private Ltd., 1966.

Ghosh, B.K. Sequential Tests of Statistical Hypotheses. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1970.

Glass, Gene V. and Stanley, Julian C. Statistical Methods in Education and Psychology. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1970.

Griffin, John I. Statistics: Methods and Applications. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1962.

Guenther, William C. Concepts of Statistical Inference. New York: McGraw-Hill Book Company, 1965.

Guilford, Joy P. Fundamental Statistics in Psychology and Education. 2d ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1950.

Guthrie, Harold W. Statistical Methods in Economics. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 1966.

Hays, William L. Statistics. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1965.

________. Statistics for Psychologists. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1965.

________. and Winkler, Robert L. Statistics: Probability, Inference and Decision. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1971.

Hughes, Ann and Grawoig, Dennis. Statistics: A Foundation for Analysis. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1971.

Huntsburg, David V. Elements of Statistical Inference. Boston: Allyn and Bacon, Inc., 1961.

Johnson, Palmer O. Statistical Methods in Research. New York: Princeton-Hall, Inc., 1949.

Kendall, Maurice G. and Buckland, William P. Dictionary of Statistical Terms. 2d ed. New York: Hafner Publishing Company, 1966.

Kenney, J.F. and Keeping, E.S. Mathematics of Statistics. 3d ed. New Delhi: Affiliated East-West Press PVT. Ltd., 1965.

Klugh, Henry E. Statistics: The Essentials for Research. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1970.

Larson, Harold J. Introduction to Probability Theory and Statistical Inference. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1969.

McCarthy, Phillip J. Introduction to Statistical Reasoning. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1957.

McNemar, Quinn. Psychological Statistics. 3d ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1962.

Mendenhal, William. Introduction to Probability and Statistics. 2d ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, Inc., 1969.

Meyer, Paul L. Introductory Probability and Statistical Applications. 2d ed. Massachusetts: Addison Wesley Publishing Company, 1970.

Mood, Alexander M. and Graybill, Franklin A. Introduction to the Theory of Statistics. 2d ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1963.

Ostle, Bernard. Statistics in Research. 2d ed. Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1963.

Paradine, C.G. and Rivette, B.H.P. Statistics for Technologists. Princeton, New Jersey: D. Van Nostrand Company, Inc., 1953.

Parzen, Emanuel. Modern Probability Theory and Its Application. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1967.

Peatman, John G. Introduction to Applied Statistics. New York: Harper & Row, 1964.

Peters, William S. and Summers, George W. Statistical Analysis for Business Decisions. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1968.

Rosander, A.C. Elementary Principles of Statistics. Princeton, New Jersey: D. Van Nostrand Company, Inc., 1951.

Roscoe, John T. Fundamental Research Statistics for the Behavioral Sciences. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1969.

Schlaifer, Robert. Probability and Statistics for Business Decision. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1959.

Secrist, Harace, An Introduction to Statistical Methods. New York: The MacMillan Company, 1929.

Senders, Verginia L. Measurement and Statistics. New York: Oxford University Press, 1958.

Siegel, Sidney. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1956.

Simon, Julian L. "What Does the Normal Curve Mean?" The Journal of Educational Research. 61 (Jul.-Aug., 1968), 435-438.

Snedecor, George W. and Cochran, William G. Statistical Method. 6th ed. Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1971.

Steel, Robert G.D. and Torrie, James H. Principles and Procedures of Statistics. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960.

Wadsworth, George P. and Bryan, Joseph G. Introduction to Probability and Random Variables. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960.

Walker, Helen M. and Lev, Joseph. Statistical Inference. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1953.

Wallis, W.A. and Roberts, H.V. Statistics: A New Approach. Glencoe: Free Press, 1963.

Weinberg, George H. and Schumaker, John A. Statistics: An Intuitive Approach. 2d ed. Belmont, California: Brook/Cole Publishing Company, 1969.

Whitney, D. Ransom. Elements of Mathematical Statistics. New York: Henry Holt and Company, Inc., 1959.

Wine, R. Lowell. Statistics for Scientists and Engineers. New Delhi: Prentice-Hall of India PVT. Ltd., 1966.

Yamane, Taro. Elementary Sampling Technique. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1967.

__________. Statistics: An Introductory Analysis. New York: Harper & Row, 1967.

Yule, Udny G. and Kendall, M.G. An Introduction to the Theory of Statistics. 14th ed. New York: Hafner Publishing Company, 1950.

ภ า ค ผ น ว ก

ผนวก ก.

การทดลองสุ่มและความน่าจะเป็น
(Random Experiment & Probability)

การทดลองสุ่ม (Random Experiment)

การทดลองสุ่ม หมายถึง กระบวนการใด ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถจัดทำซ้ำได้ อย่างน้อยก็ได้ในทางทฤษฎี

2. มีผลที่เป็นไปได้หลายอย่าง และในการทดลองครั้งหนึ่ง ๆ อาจเกิดผลอย่างใดอย่างหนึ่ง จากผลที่เป็นไปได้ทั้งหมด

3. ผลการทดลองแต่ละครั้งเป็นไปโดยบังเอิญ จึงไม่อาจทำนายผลการทดลองครั้งใดให้ถูกต้องด้วยความมั่นใจได้

ความน่าจะเป็น (Probability)

นิยามดั้งเดิม : ถ้าการทดลองสุ่มอย่างหนึ่งให้ผลการทดลองได้ n วิธี แต่ละวิธีมีโอกาสที่จะเกิดเท่ากัน และแยกจากกันโดยเด็ดขาด(Mutually Exclusive หมายความว่า เมื่อผลอย่างหนึ่งเกิดแล้ว ผลอย่างอื่นจะไม่เกิด) ในจำนวนผลการทดลองที่เป็นไปได้ n วิธีนี้ มี f วิธีที่มีลักษณะเป็น A ดังนั้น ความน่าจะเป็นของการเกิด A เท่ากับ f/n หรือ แสดงด้วยสัญลักษณ์

$$P(A) = f/n$$

ตัวอย่างเช่น ทอยเหรียญเหรียญหนึ่ง ผลที่เป็นไปได้มี 2 วิธีคือ ขึ้นหัว หรือขึ้นก้อย ผลการทดลองนี้แยกจากกันโดยเด็ดขาด เพราะหัวกับก้อยจะขึ้นพร้อมกันไม่ได้ และถ้าเหรียญเที่ยง ผลการทอยย่อมมีโอกาสที่จะขึ้นหัวหรือขึ้นก้อยเท่านั้น ดังนั้น ความน่าจะเป็นของการขึ้นหัว (หรือขึ้นก้อย) เท่ากับ ½

นิยามดั้งเดิมมีข้อจำกัดตรงที่ ไม่อาจประยุกต์ใช้ในกรณีที่ผลการทดลองมีจำนวนไม่จำกัด นอกจากนี้ยังไม่ได้บอกหลักในการพิจารณาว่า ในการทดลองอย่างหนึ่ง ผลการทดลองที่เป็นไปได้ทั้งหมด มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นเท่ากันหรือไม่

นิยามในรูปความถี่ : ถ้าการทดลองสุ่มอิสระ n ครั้ง เกิด A มา f ครั้ง การทดลองแต่ละครั้งทำภายใต้สภาพการณ์สำคัญอย่างเดียวกัน อัตราส่วน f/n เรียกว่าความถี่สัมพัทธ์ของการเกิด A และขีดจำกัด (limit) ของ f/n เมื่อ n เข้าใกล้ ∞ เรียกว่าความน่าจะเป็นของการเกิด A หรือแสดงด้วยสัญลักษณ์

$$P(A) = \lim_{n\to\infty} f/n$$

นิยามนี้ก็มีข้อจำกัดตรงที่เราไม่อาจแน่ใจได้ว่า ในการทดลองทุกครั้ง สภาพการณ์สำคัญจะยังคงเป็นอย่างเดิม นอกจากนี้ เราไม่อาจหาความน่าจะเป็นที่แท้จริงได้ เพราะไม่สามารถทดลองจนมีจำนวนครั้งไม่จำกัด อย่างไรก็ตาม เมื่อ n มีขนาดใหญ่พอ เราก็อาจได้ค่าประมาณที่ดีของความน่าจะเป็น

นิยามเชิง Axiom : ให้ S เป็น Sample Space ของการทดลอง หมายความว่า S เป็นเซ็ท (Set) ซึ่งสมาชิกของมันคือผลที่เป็นไปได้ทั้งหมดของการทดลองนั้น สมาชิกแต่ละตัวแทนผลการทดลองแต่ละอย่าง เรียกว่า Sample Point หรือ Point ให้ A เป็นเหตุการณ์ใน S นั่นคือ A เป็นเซ็ทย่อยใด ๆ ใน S แล้ว P จะเป็นฟังก์ชั่นของความน่าจะเป็น (Probability Function) ใน S ถ้าเป็นไปตาม Axioms 3 ประการต่อไปนี้

Axiom 1 P(A) เป็นเลขจำนวนจริง และ $P(A) \geq 0$ สำหรับทุกเหตุการณ์ A ใน S

Axiom 2 $P(S) = 1$

Axiom 3 ถ้า $S_1, S_2, \ldots$ เป็นเหตุการณ์ที่แยกจากกันโดยเด็ดขาดใน S
หมายความว่า ถ้า $S_1 \cap S_2 = 0$ สำหรับ $i \neq j = 1, 2, \ldots$
แล้ว $P(S_1 \cup S_2 \cup \ldots) = P(S_1) + P(S_2) + \ldots$

หมายเหตุ $S_i \cap S_j$ หมายความว่า เกิดเหตุการณ์ S_i และ S_j ในเวลาเดียวกัน
$S_i \cup S_j$ หมายความว่า เกิดเหตุการณ์ S_i หรือ S_j หรือทั้ง S_i และ S_j

ผนวก ข.

ตัวแปรสุ่ม (Random Variable)

ตัวแปรสุ่ม หมายถึง ตัวแปร ซึ่งค่าของมันแสดงด้วยผลการทดลองสุ่ม จึงอาจมีค่าต่าง ๆ ด้วยความน่าจะเป็นต่าง ๆ กัน

เมื่อพิจารณาเป็นฟังก์ชั่น ตัวแปรสุ่ม หมายถึง ฟังก์ชั่นของค่าจริงที่กำหนดอยู่ใน Sample Space.

ตามปกติเราเขียนแทนตัวแปรสุ่มด้วย X หรือ Y และเขียนแทนค่าที่เป็นไปได้ของมันด้วย $x_1, x_2, \ldots, x_n$ หรือ $y_1, y_2, \ldots, y_n$ ความน่าจะเป็นที่ X จะมีค่าเท่ากับ x_i เขียนแทนด้วย $P(X=x_i)$ หรือ $P(x_i)$ หรือ P_i

ตัวแปรสุ่มแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. ตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Random Variable) คือตัวแปรสุ่มที่มีค่าเป็นเลขจำนวนจำกัด (finite) หรือเป็นเลขจำนวนไม่จำกัดแต่นับได้ ในทางปฏิบัติใช้แทนจำนวนข้อมูลที่นับได้ เช่น จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนรถยนต์ที่แล่นผ่านสะพานกรุงธนในวันหนึ่ง ๆ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนถนนพญาไทในเดือนหนึ่ง ๆ ฯลฯ

2. ตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง (Continuous Random Variable) คือตัวแปรสุ่มที่ถือว่า อาจมีค่าใด ๆ ก็ได้ในช่วงที่กำหนด ในทางปฏิบัติใช้แทนข้อมูลจากการวัดเมื่อใช้มาตราวัดแบบต่อเนื่อง เช่น น้ำหนัก ระยะทาง อุณหภูมิ ความดัน เวลา ฯลฯ ประชากรซึ่งมีสมาชิกเป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง ย่อมมีสมาชิกจำนวนไม่จำกัด และมีค่าที่เป็นไปได้ทุกค่าในช่วงที่กำหนด ประชากรเช่นนี้มีเพียงในแนวคิด เพราะในการวัดจริง ค่าที่วัดได้จำกัดอยู่เพียงความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้วัด อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ข้อมูลได้จากการวัด เราอาจใช้ประชากรแบบต่อเนื่องในแนวคิด เป็นค่าประมาณการแจกแจงของประชากรจริง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการจัดกระทำกับข้อมูล

ฟังก์ชั่นของการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม

นิยาม : ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นที่ X จะมีค่าเท่ากับ x

$(x = 0, 1, 2, ..)$ เรียกว่า Probability Function ของ X แทนด้วยสัญลักษณ์ $f(x)$ ดังนั้น $f(x) = P(X = x)$ และมีคุณสมบัติดังนี้

1. $0 \leq f(x_i) \leq 1$; $x_i = 0, 1, 2, \ldots,$ $i = 1, 2, \ldots$

2. $\sum_i f(x_i) = 1$

นิยาม : ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง ซึ่งอาจมีค่าใด ๆ ในช่วง(a,b),$a>b$ ความน่าจะเป็นที่ X จะมีค่าเท่ากับ x $(a \leq x \leq b)$ เรียกว่า Density Function ของ X แทนด้วยสัญลักษณ์ $f(x)$ และมีคุณสมบัติดังนี้

1 $f(x) \geq 0$; $a \leq x \leq b$

2. $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\, dx = 1$

ฟังก์ชันของการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function)

นิยาม : ให้ X เป็นตัวแปรสุ่ม การแจกแจงความน่าจะเป็นที่ X จะมีค่าเท่า-กับหรือน้อยกว่า x เรียกว่า ฟังก์ชันของการแจกแจงสะสมของ X แทนด้วยสัญลักษณ์ $F(x)$

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่องซึ่งมี probability function $f(x_i)$; $i = 1, 2, \ldots$ ฟังก์ชันของการแจกแจงสะสมของมันคือ

$$F(x) = \sum f(x_i) \quad \text{(บวกทุก ๆ ค่าของ i ที่ } x_i < x)$$

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องซึ่งมี **density function $f(x)$** ฟังก์ชันของการแจกแจงสะสมของมันคือ

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(t)\, dt$$

ค่าที่คาดหวัง (Expected Value) ของตัวแปรสุ่ม

นิยาม : ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่องซึ่งมี probability function $f(x_i)$ ค่าที่คาดหวังของ X คือ

$$E(X) = \sum_{i=1}^{n} x_i f(x_i)$$

นิยาม : ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องซึ่งมี density function $f(x)$

ค่าที่คาดหวังของ X คือ

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\, dx$$

<u>ความแปรปรวน (Variance) ของตัวแปรสุ่ม</u>

นิยาม : ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มซึ่งมีค่าที่คาดหวังเป็น E(X) ความแปรปรวนของ X คือ $Var(X) = E[X-E(X)]^2 = E(X^2)-[E(X)]^2$

ดังนั้น ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่องซึ่งมี Probability function $f(x_i)$; $i=1,2,\ldots,n$ ความแปรปรวนของ X คือ

$$Var(X) = \sum_{i=1}^{n} [X_i-E(X)]^2 f(x_i)$$
$$= \sum_{i=1}^{n} x_i^2 f(x_i) - \left[\sum_{i=1}^{n} x_i f(x_i)\right]^2$$

และถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องซึ่งมี density function f(x) ความแปรปรวนของ X คือ

$$Var(X) = \int_{-\infty}^{\infty} [x-E(X)]^2 f(x)dx$$
$$= \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x)\, dx - \left[\int_{-\infty}^{\infty} xf(x)\, dx\right]^2$$

<u>โมเมนต์</u> (Moment)

นิยาม : โมเมนต์ คือ ค่าที่คาดหวังของกำลังต่าง ๆ ของตัวแปรสุ่ม ซึ่งมีการแจกแจงดังที่กำหนด ตามปกติ โมเมนต์ที่ r ของ X แทนด้วยสัญญลักษณ์ μ_r' และกำหนดให้เป็น

$$\mu_r' = E(X^r) = \int_{-\infty}^{\infty} x^r f(x)\, dx$$

โมเมนต์แรกคือ μ_1' เรียกว่ามัชฌิม (Mean) ของ X

โมเมนต์รอบจุด a ใด ๆ กำหนดให้เป็น

$$E[(X-a)^r] = \int_{-\infty}^{\infty} (x-a)^r f(x)\, dx$$

และเมื่อ a เท่ากับมัชฌิม เราจะได้โมเมนต์รอบมัชฌิม ซึ่งแทนด้วย μ_r ดังนี้

$$\mu_r = E\left[(X-\mu_1')^r\right] = \int_{-\infty}^{\infty}(x-\mu_1')^r f(x)\,dx$$

จะได้ว่า $\mu_1 = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x)dx - \mu_1'\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx$

$$= \mu_1' - \mu_1' = 0$$

และ $\mu_2 = \int_{-\infty}^{\infty}(x-\mu_1')^2 f(x)\,dx$

$$= \int_{-\infty}^{\infty}\left[x^2 - 2x\mu_1' + (\mu_1')^2\right] f(x)\,dx$$

$$= \mu_2' - 2\mu_1'\mu_1' + (\mu_1')^2$$

$$= \mu_2' - (\mu_1')^2$$

โมเมนต์ที่สองรอบมัชฌิม เรียกว่า ความแปรปรวน (Variance) ของ X

Moment Generating Function

นิยาม : ให้ X เป็นตัวแปรสุ่ม ค่าที่คาดหวังของ e^{tX} เรียกว่า moment generating function ของ X ถ้ามีค่าที่คาดหวังสำหรับทุก ๆ ค่าของ t ในช่วง $-h^2 < t < h^2$ และกำหนดให้เป็น

$m(t) = E(e^{tX}) = \sum_x e^{tx} f(x)$ ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง หรือ $m(t) = E(e^{tX}) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{tx} f(x)\,dx$ ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง

ผนวก ค.

การแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก
(Hypergeometric Distribution)

การแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก ใช้ในกรณีที่การทดลองแบบทวินามไม่เป็นอิสระ และความน่าจะเป็นของการเกิดผล "สำเร็จ" ไม่คงที่ จากการทดลองครั้งหนึ่งไปสู่ครั้งหนึ่ง โดยทั่ว ๆ ไปใช้เมื่อกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีสมาชิก n สุ่มมาอย่างไม่แทนที่ประชากรซึ่งมีสมาชิกจำนวนจำกัด N สมาชิกจำนวน N นี้ แบ่งออกเป็นสองพวก คือ พวกที่ "สำเร็จ" มีจำนวน k กับพวกที่ "ไม่สำเร็จ" มีจำนวน N-k

ตัวแปรสุ่มไฮเปอร์จีออเมตริก X แทนจำนวนพวกที่ "สำเร็จ" ในกลุ่มตัวอย่างสุ่มซึ่งมีสมาชิก n และมีการแจกแจงเป็นไปตาม **probability function** ต่อไปนี้

$$P(X=x) = h(x; N, n, k) = \frac{\binom{k}{x}\binom{N-k}{n-x}}{\binom{N}{x}} ; \quad x = 0, 1, 2, \ldots, n$$

โดยมีมัชฌิม $= \frac{nk}{N}$ และความแปรปรวน= $\frac{nk(N-k)(N-n)}{N^2 (N-1)}$ [1]

---

[1] Meyer Dwass, Probability and Statistics (New York: W.A. Benjamin, Inc., 1970), pp. 154-155.

ผนวก ง.

การแจกแจงปกติแบบสองตัวแปร
(Bivariate Normal Distribution)

การแจกแจงปกติแบบสองตัวแปรเป็นการแจกแจงร่วม (Joint distribution) ของตัวแปรปกติสองตัว X กับ Y โดยมี density function เป็น

$$f(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_X\sigma_Y\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\left(\frac{x-\mu_X}{\sigma_X}\right)^2 - 2\rho\left(\frac{x-\mu_X}{\sigma_X}\right)\left(\frac{y-\mu_Y}{\sigma_Y}\right)+\left(\frac{y-\mu_Y}{\sigma_Y}\right)^2\right]\right\}$$

$$-\infty < x < \infty \quad , \quad -\infty < y < \infty$$

ρ คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบผลคูณระหว่าง X กับ Y ในประชากร จะเห็นได้ว่า X กับ Y จะเป็นอิสระต่อเมื่อ $\rho = 0$ เท่านั้น

ถ้าให้ $u = \frac{x-\mu_X}{\sigma_X}$ และ $v = \frac{y-\mu_Y}{\sigma_Y}$ จะได้ density function ในรูปมาตรฐานของการแจกแจงปกติแบบสองตัวแปรเป็น

$$f(u,v) = \frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left\{-\frac{1}{(1-\rho^2)}\left(u^2-2\rho uv+v^2\right)\right\} \quad [2]$$

---

[2]Richard C. Clelland and Othors, Basic Statistics with Business Applications (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1966), p. 156.

ผนวก จ.

แกมมาฟังก์ชั่น (Gamma Function)

แกมมาฟังก์ชั่น $\Gamma(n)$ สำหรับ $n > 0$ นิยามให้เป็น

$$\Gamma(n) = \int_0^{\infty} x^{n-1} e^{-x}\, dx \qquad (1)$$

เมื่อ $n=1;\ \Gamma(1) = \int_0^{\infty} e^{-x}\, dx = 1 \qquad (2)$

เมื่อ $0 < n < 1$

เนื่องจาก $\int_0^1 x^{n-1} dx = \left.\frac{x^n}{n}\right|_0^1 = \frac{1}{n}$

จะได้ว่า $0 < \int_0^1 x^{n-1} e^{-x} dx \leq \int_0^1 x^{n-1} dx = \frac{1}{n}$

และ $0 < \int_1^{\infty} x^{n-1} e^{-x} dx < \int_0^{\infty} e^{-x} dx < \infty$

ในกรณีที่ $n > 1$ จาก(1) integrate by part จะได้

$$\Gamma(n) = \int_0^{\infty} x^{n-1} e^{-x} dx = -x^{n-1} e^{-x}\Big|_0^{\infty} + (n-1)\int_0^{\infty} x^{n-2} e^{-x} dx \qquad (3)$$

แต่ $\lim_{x \to \infty} x^{n-1} e^{-x} = 0$

$\therefore\ \Gamma(n) = (n-1)\int_0^{\infty} x^{n-2} e^{-x} dx$

นั่นคือ $\Gamma(n) = (n-1)\Gamma(n-1) \qquad (4)$

อาศัยวิธีการเช่นเดิมจะได้

$$\Gamma(n) = (n-1)(n-2)\Gamma(n-2)$$

$$\vdots$$

$$\Gamma(n) = (n-1)(n-2)\ldots(n-k)\Gamma(n-k)$$

โดยที่ k เป็นจำนวนเต็มบวก และ $k < n$

ถ้า n เป็นจำนวนเต็มบวกด้วย และ k = n-1 แล้ว จะได้

$$\Gamma(n) = (n-1)(n-2)\ldots2.1.\Gamma(1)$$

$$\therefore \quad \Gamma(n) = (n-1)! \qquad (5)$$

ดังนั้น บางครั้งจึงเรียกแกมมาฟังก์ชั่นว่า แฟคทอเรียลฟังก์ชั่น (Factorial function)

จาก (1) เมื่อให้ $x = y^2$ จะได้อีกรูปหนึ่งของแกมมาฟังก์ชั่นเป็น

$$\Gamma(n) = 2\int_0^\infty y^{2n-1}e^{-y^2}dy \qquad (6)$$

เมื่อ $n = ½; \ \Gamma(½) = 2\int_0^\infty e^{-y^2}dy \qquad (7)$

แต่ตัวแปรใน (7) เป็นตัวแปรอิสระ จึงอาจเขียน (7) ในรูป

$$\Gamma(½) = 2\int_0^\infty e^{-x^2}dx$$

$$\therefore \quad \{\Gamma(½)\}^2 = 4\int_0^\infty\int_0^\infty e^{-(x^2+y^2)}dxdy$$

เปลี่ยนให้อยู่ในรูปโพลาร์โคออร์ดิเนตโดยให้ $x = r\cos\theta$ และ $y = r\sin\theta$ จะได้

$$\{\Gamma(½)\}^2 = 4\int_0^{\pi/2}\int_0^\infty e^{-r^2}rdrd\theta$$

$$= 2\int_0^{\pi/2}d\theta$$

$$= \pi$$

$$\Gamma(½) = \sqrt{\pi} \qquad (8)$$

จาก (7). $\therefore \quad \int_0^\infty e^{-y^2}dy = \frac{\Gamma(½)}{2} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \qquad (9)$

ให้ $y = t/\sqrt{2k}$, $k > 0$ จะได้รูปทั่วไปของ (9) เป็น

$$\int_0^\infty e^{-t^2/2k}dt = \frac{\sqrt{2\pi k}}{2} \qquad (10)$$

และ $\int_{-\infty}^\infty e^{-t^2/2k}dt = \sqrt{2\pi k} \qquad (11)$ [3]

---

[3]Dwass, op.cit., pp. 282-283.

ผนวก ฉ.

แนวคิดเกี่ยวกับชั้นของความเป็นอิสระ
(Degree of freedom, d.f., ν)

สมมุติว่าเราจะเขียนตัวเลข 2 จำนวน โดยไม่มีข้อจำกัดใด ๆ เรายอมมีอิสระเต็มที่ในการเลือกตัวเลข 2 จำนวนนี้ แต่ถ้าเราจะเขียนตัวเลข 2 จำนวนโดยให้มีค่า-เฉลี่ยเป็น 10 เรายอมไม่อาจเลือกตัวเลขทั้ง 2 จำนวนอย่างอิสระได้ เพราะต้องเลือกตามข้อจำกัด $\bar{X} = (X_1+X_2)/2 = 10$ ถ้าเลือกจำนวนแรกเป็น 9 จำนวนที่ 2 ต้องเป็น 11 ถ้าเลือกจำนวนแรกเป็น 8 จำนวนที่ 2 ต้องเป็น 12 เป็นต้น จะเห็นได้ว่าเมื่อเลือกจำนวนแรกแล้ว จำนวนที่ 2 ก็จะได้มาโดยอัตโนมัติ ในทำนองเดียวกัน ถ้าเราจะเขียนตัวเลข n จำนวนโดยกำหนดให้ $\bar{X} = (X_1+X_2+\ldots+X_n)/n = c$ (c เป็นค่าคงที่) เมื่อเลือกตัวเลขมา n-1 จำนวนแล้ว จำนวนที่ n ก็จะได้มาโดยอัตโนมัติ

เราเรียกจำนวนที่สามารถเลือกได้อย่างอิสระว่า ชั้นของความเป็นอิสระ(Degree of freedom) ถ้ามี n จำนวน ซึ่งแต่ละจำนวนเป็นอิสระที่จะมีค่าใด ๆ ก็ได้ ในช่วงของค่าที่เป็นไปได้ ชั้นของความเป็นอิสระของ n จำนวนนี้ยอมเท่ากับ n แต่ถ้ามีข้อจำกัด ชั้นของความเป็นอิสระจะลดลง โดยทั่ว ๆ ไป ชั้นของความเป็นอิสระเท่ากับจำนวนค่าสังเกตของตัวแปรสุ่มอิสระลบด้วยจำนวนข้อจำกัดของค่าสังเกตเหล่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกระทำข้อมูล ตามปกติชั้นของความเป็นอิสระจะลดไป 1 เมื่อต้องใช้ค่าสถิติเป็นค่าประมาณของพารามิเตอร์ 1 ตัว เช่น เมื่อวัดความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างขนาด n ในรูปของส่วนเบี่ยงเบนจากมัชฌิมของกลุ่มตัวอย่าง ($\bar{X}$) เราใช้มัชฌิมของกลุ่มตัวอย่าง ($\bar{X}$) เป็นค่าประมาณมัชฌิมของประชากร (μ) ดังนั้น ชั้นของความเป็นอิสระจะเท่ากับ n-1 [4]

---

[4] Ann Hughes and Dennis Grawoig, Statistics: A Foundation for Analysis (Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1971), pp. 184-185.

ผนวก ซ.

(1) ตารางสำหรับทดสอบความเบ้ (ทดสอบด้านเดียว)

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง n	เปอร์เซ็นต์		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง n	เปอร์เซ็นต์		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	5 %	1 %			5 %	1 %	
25	0.711	1.061	0.4354	100	0.389	0.567	0.2377
30	0.662	0.986	.4052	125	0.350	0.508	.2139
35	0.621	0.923	.3804	150	0.321	0.464	.1961
40	0.587	0.870	.3596	175	0.298	0.430	.1820
45	0.558	0.825	.3418	200	0.280	0.403	.1706
50	0.534	0.787	.3264				
60	0.492	0.723	.3009	250	0.251	0.360	.1531
70	0.459	0.673	.2806	300	0.230	0.329	.1400
80	0.432	0.631	.2638	350	0.213	0.305	.1298
90	0.409	0.596	.2498	400	0.200	0.285	.1216
100	0.389	0.567	.2377	450	0.188	0.269	.1147
				500	0.179	0.255	.1089

(2) ตารางสำหรับทดสอบความโด่ง (ค่า b_2 ; $g_2 = b_2 - 3$)

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง n	เปอร์เซนต์				ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง n	เปอร์เซนต์			
	ส่วนเหนือโค้ง		ส่วนล่างโค้ง			ส่วนเหนือโค้ง		ส่วนล่างโค้ง	
	1%	5%	1%	5%		1%	5%	1%	5%
50	4.88	3.99	2.15	1.95	600	3.54	3.34	2.70	2.60
75	4.59	3.87	2.27	2.08	650	3.52	3.33	2.71	2.61
100	4.39	3.77	2.35	2.18	700	3.50	3.31	2.72	2.62
125	4.24	3.71	2.40	2.24	750	3.48	3.30	2.73	2.64
150	4.13	3.65	2.45	2.29	800	3.46	3.29	2.74	2.65
					850	3.45	3.28	2.74	2.66
200	3.98	3.57	2.51	2.37	900	3.43	3.28	2.75	2.66
250	3.87	3.52	2.55	2.42	950	3.42	3.27	2.76	2.67
300	3.79	3.47	2.59	2.46	1000	3.41	3.26	2.76	2.68
350	3.72	3.44	2.62	2.50					
400	3.67	3.41	2.64	2.52	1200	3.37	3.24	2.78	2.71
450	3.63	3.39	2.66	2.55	1400	3.34	3.22	2.80	2.72
500	3.60	3.37	2.67	2.57	1600	3.32	3.21	2.81	2.74
550	3.57	3.35	2.69	2.58	1800	3.30	3.20	2.82	2.76
600	3.54	3.34	2.70	2.60	2000	3.28	3.18	2.83	2.77

(3) การแจกแจงไคสแควสะสม

ขั้นของความเป็นอิสระ	ความน่าจะเป็น 0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	....	....	....	....	0.02	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	13.36	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	17.28	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.27	7.26	8.55	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	36.74	40.11	43.19	46.96	49.64
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19,77	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	29.05	51.80	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	63.17	67.50	71.42	76.15	79.49
60	35.53	37.48	40.48	43.19	46.46	74.40	79.08	83.30	88.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	85.53	90.53	95.02	100.42	104.22
80	51.17	53.54	57.15	60.39	64.28	96.58	101.88	106.63	112.33	116.32
90	59.20	61.75	65.65	69.13	73.29	107.56	113.14	118.14	124.12	128.30
100	67.33	70.06	74.22	77.93	82.36	118.50	124.34	129.56	135.81	140.17

(4) การแจกแจงปกติสะสม (พื้นที่ใต้โค้งปกติมาตรฐาน จาก 0 ถึง Z)

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4378	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.1920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.4990	.4991	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993	.4993
3.2	.4993	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998
3.6	.4998	.4998	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.9	.5000									

(5) ค่าออร์ดิเนตของโค้งปกติ

Z	ทศนิยมตำแหน่งที่ 2 ของ Z									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	03989	03989	03989	03988	03986	03984	03982	03980	03977	03973
0.1	.3970	.3969	.3961	.3956	.3951	.3945	.3939	.3932	.3925	.3918
0.2	.3910	.3902	.3894	.3885	.3876	.3867	.3857	.3847	.3836	.3825
0.3	.3814	.3802	.3790	.3778	.3765	.3752	.3739	.3725	.3712	.3697
0.4	.3683	.3668	.3653	.3637	.3621	.3605	.3589	.3572	.3555	.3538
0.5	.3521	.3503	.3485	.3467	.3448	.3429	.3410	.3391	.3372	.3352
0.6	.3332	.3312	.3292	.3271	.3251	.3230	.3209	.3187	.3166	.3144
0.7	.3123	.3101	.3079	.3056	.3034	.3011	.2989	.2966	.2943	.2920
0.8	.2897	.2874	.2850	.2827	.2803	.2780	.2756	.2732	.2709	.2685
0.9	.2661	.2637	.2613	.2589	.2565	.2541	.2516	.2492	.2468	.2444
1.0	.2420	.2396	.2371	.2347	.2323	.2299	.2275	.2251	.2227	.2203
1.1	.2179	.2155	.2131	.2107	.2083	.2059	.2036	.2012	.1989	.1965
1.2	.1942	.1919	.1895	.1872	.1849	.1826	.1804	.1781	.1758	.1736
1.3	.1714	.1691	.1669	.1647	.1626	.1604	.1582	.1561	.1539	.1518
1.4	.1497	.1476	.1456	.1435	.1415	.1394	.1374	.1354	.1334	.1315
1.5	.1295	.1276	.1257	.1238	.1219	.1200	.1182	.1163	.1145	.1127
1.6	.1109	.1092	.1074	.1057	.1040	.1023	.1006	.0980	.0973	.0957
1.7	.0940	.0925	.0909	.0893	.0878	.0863	.0848	.0833	.0818	.0804
1.8	.0790	.0775	.0761	.0748	.0734	.0721	.0707	.0694	.0681	.0669
1.9	.0656	.0644	.0632	.0620	.0608	.0596	.0584	.0573	.0562	.0551
2.0	.0540	.0529	.0519	.0508	.0498	.0488	.0478	.0468	.0459	.0449
2.1	.0440	.0431	.0422	.0413	.0404	.0396	.0387	.0379	.0371	.0363
2.2	.0355	.0347	.0339	.0332	.0325	.0317	.0310	.0303	.0297	.0290
2.3	.0283	.0277	.0270	.0264	.0258	.0252	.0246	.0241	.0235	.0229
2.4	.0224	.0219	.0213	.0208	.0203	.0198	.0194	.0189	.0184	.0180
2.5	.0175	.0171	.0167	.0163	.0158	.0154	.0151	.0147	.0543	.0139
2.6	.0136	.0132	.0129	.0126	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110	.0107
2.7	.0104	.0101	.0099	.0096	.0093	.0091	.0088	.0096	.0084	.0081
2.8	.0079	.0077	.0075	.0073	.0071	.0069	.0067	.0065	.0063	.0061
2.9	.0060	.0058	.0056	.0055	.0053	.0051	.0050	.0048	.0047	.0046

Z	ทศนิยมตำแหน่งที่ 1 ของ Z									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
3	0.0044	0.0033	0.0024	0.0017	0.0012	0.0009	0.0006	0.0004	0.0003	0.0002
4	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

(6) ค่า r กับค่า Z ที่สัมพันธ์กันตามสูตรของฟิชเชอร์ (Fisher's Z-transformation)

$$Z = \frac{1}{2} \log_e \left(\frac{1+r}{1-r}\right)$$

r	Z	r	Z	r	Z	r	Z	r	Z
.000	.000	.200	.203	.400	.424	.600	.693	.800	1.099
.005	.005	.205	.208	.405	.430	.605	.701	.805	1.113
.010	.010	.210	.213	.410	.436	.610	.709	.810	1.127
.015	.015	.215	.218	.415	.442	.615	.717	.815	1.142
.020	.202	.220	.224	.420	.448	.620	.725	.820	1.157
.025	.025	.225	.229	.425	.454	.625	.733	.825	1.172
.030	.030	.230	.234	.430	.460	.630	.741	.830	1.188
.035	.035	.235	.239	.435	.466	.635	.750	.835	1.204
.040	.040	.240	.245	.440	.472	.640	.758	.840	1.221
.045	.045	.245	.250	.445	.478	.645	.767	.845	1.238
.050	.050	.250	.255	.450	.485	.650	.775	.850	1.256
.055	.055	.255	.261	.455	.491	.655	.784	.855	1.274
.060	.060	.260	.266	.460	.497	.660	.793	.860	1.293
.065	.065	.265	.271	.465	.504	.665	.802	.865	1.313
.070	.070	.270	.277	.470	.510	.670	.811	.870	1.333
.075	.075	.275	.282	.475	.517	.675	.820	.875	1.354
.080	.080	.280	.288	.480	.523	.680	.829	.880	1.376
.085	.085	.285	.293	.485	.530	.685	.838	.885	1.398
.090	.090	.290	.299	.490	.536	.690	.848	.890	1.422
.095	.095	.295	.304	.495	.543	.695	.858	.895	1.447
.100	.100	.300	.310	.500	.549	.700	.867	.900	1.472
.105	.105	.305	.315	.505	.556	.705	.877	.905	1.499
.110	.110	.310	.321	.510	.563	.710	.887	.910	1.528
.115	.116	.315	.326	.515	.570	.715	.897	.915	1.557
.120	.121	.320	.332	.520	.576	.720	.908	.920	1.589
.125	.126	.325	.337	.525	.583	.725	.918	.925	1.623
.130	.131	.330	.343	.530	.590	.730	.929	.930	1.658
.135	.136	.335	.348	.535	.597	.735	.940	.935	1.697
.140	.141	.340	.354	.540	.604	.740	.950	.940	1.738
.145	.146	.345	.360	.545	.611	.745	.962	.945	1.783
.150	.151	.350	.365	.550	.618	.750	.973	.950	1.832
.155	.156	.355	.371	.555	.626	.755	.984	.955	1.886
.160	.161	.360	.377	.560	.633	.760	.996	.960	1.946
.165	.167	.365	.383	.565	.641	.765	1.008	.965	2.014
.170	.172	.370	.388	.570	.648	.770	1.202	.970	2.092
.175	.177	.375	.394	.575	.655	.775	1.033	.975	2.185
.180	.182	.380	.400	.580	.662	.780	1.045	.980	2.298
.185	.187	.385	.406	.585	.670	.785	1.058	.985	2.443
.190	.192	.390	.412	.590	.678	.790	1.071	.990	2.647
.195	.198	.395	.418	.595	.685	.795	1.085	.995	2.994

ประวัติการศึกษา

นางสาว สะอาดศรี พนมแก่น ได้รับปริญญาครุศาสตรบัณฑิต จากจุฬาลงกรณ-มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2512 เข้าศึกษาต่อในแผนกวิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิท-ยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2514 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งอาจารย์ตรี วิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง