

## 六朵絕密的玫瑰：

### 世界第一批計算機程序員

陳關榮

2004年我們夫婦把小女兒送到賓夕法尼亞大學（UPenn, University of Pennsylvania）就讀電機工程專業，其時參觀了該學院陳列室裡世界第一台通用電子計算機「埃尼阿克」（ENIAC, Electronic Numerical Integrator And Computer）。



UPenn 電機工程學院大樓（Moore School of Electrical Engineering）

ENIAC 的歷史久遠但並不曲折。1943年6月5日，出於二戰需要美國陸軍科研基金委員會和UPenn簽訂了一個合同，從7月起以「PX專項」為代號在該校電機工程學院內秘密開始研製高性能電子計算機。該專項由物理學家約翰·莫齊利（John Mauchly）教授負責設計、青年工程師普里斯柏·埃克特（J. Presper Eckert Jr）負責研製，其間多次諮詢了馮·諾依曼（John von Neumann）。ENIAC耗資約50萬美元，建成後於1946年2月14日發表了新聞公佈，隨即正式投入使用。這台機器是個龐然大物：重約27噸，佔地150平方米，內裝17468枚真空電子管、10000隻電容、7000隻電阻、1500個中繼器、6000個開關和500萬個接頭，耗電140千瓦時。這個巨無霸可進行每秒5000次的加法運算，當年全球首屈一指。



ENIAC (Moore School of Electrical Engineering, UPenn)

ENIAC 並不是歷史上最早出現的電子計算機。實際上，機械和電子計算的儀器早在 19 世紀就已經出現，只是到了 20 世紀中葉，計算機理論和技術才進入了現代化時代。

1941 年 5 月，德國公佈了 Z3 計算機，由康拉德·楚澤 (Konrad Zuse) 設計，是第一台比較通用的機電數字計算機。這台機器主體由繼電器組成，使用二進制數字進行邏輯運算，但尚不是圖靈完備的，即不是任何計算問題都可以通過一系列數據操作規則（指令）計算出結果來。1943 年，這台電腦在柏林毀於空襲轟炸之中。

1941 年夏天，美國公佈了阿塔納索夫-貝瑞電子計算機 (Atanasoff-Berry Computer, 俗稱 ABC 計算機)，那是第一台全電子化的計算機，使用真空管執行二進制運算。但它尚不是通用的，即不能用編程進行數學計算。

隨後英國宣佈了巨人電子計算機 (Colossus Computer)，由湯米·弗勞爾斯 (Tommy Flowers) 設計。這台計算機是電子和數字的，可編程，但僅用於密碼破譯，而且也不是通用的。巨人電子計算機是英國戰爭成就的一部分，出於保密原因，到 1970 年才公佈於眾。

馮·諾依曼在 1944 年參與了 IBM Harvard Mark-I 通用計算機的研製。1945 年 3 月，他又參與了離散變量自動電子計算機 (EDVAC, Electronic Discrete Variable Automatic Computer) 設計，確定了計算機的結構並採用存儲程序以及二進制編碼。1946 年，他開始了程序編制的研究，發展了多種數值分析方法特別是後來著名的蒙特卡羅 (Monte Carlo) 算法。

ENIAC 超越了上述所有的機器，將圖靈完備的可編程能力與電子計算的高速性能結合一起，可以做任意數學運算，能夠編程解決各種計算問題，被認為是世界上第一台真正通用的電子計算機。

## ***Electronic Computer Flashes Answers, May Speed Engineering***

By T. R. KENNEDY Jr.

Special to THE NEW YORK TIMES.

PHILADELPHIA, Feb. 14—One of the war's top secrets, an amazing machine which applies electronic speeds for the first time to mathematical tasks hitherto too difficult and cumbersome for solution, was announced here tonight by the War Department. Leaders who saw the device in action for the first time heralded it as a tool with which to begin to rebuild scientific affairs on new foundations.

Such instruments, it was said, could revolutionize modern engineering, bring on a new epoch of industrial design, and eventually eliminate much slow and costly trial-and-error development work now deemed necessary in the fashioning of intricate machines. Heretofore, sheer mathematical difficulties have often forced designers to accept inferior solutions of their problems, with higher costs and slower progress.

The "Eniac," as the new elec-

tronic speed marvel is known, virtually eliminates time in doing such jobs. Its inventors say it computes a mathematical problem 1,000 times faster than it has ever been done before.

The machine is being used on a problem in nuclear physics.

The Eniac, known more formally as "the electronic numerical integrator and computer," has not a single moving mechanical part. Nothing inside its 18,000 vacuum tubes and several miles of wiring moves except the tiniest elements of matter—electrons. There are, however, mechanical devices associated with it which translate or "interpret" the mathematical language of man to terms understood by the Eniac, and vice versa.

Ceremonies dedicating the machine will be held tomorrow night at a dinner given a group of Government and scientific men at the University of Pennsylvania, after

3. Column 3

紐約時報 1946 年 2 月 15 日關於 ENIAC 的新聞公佈

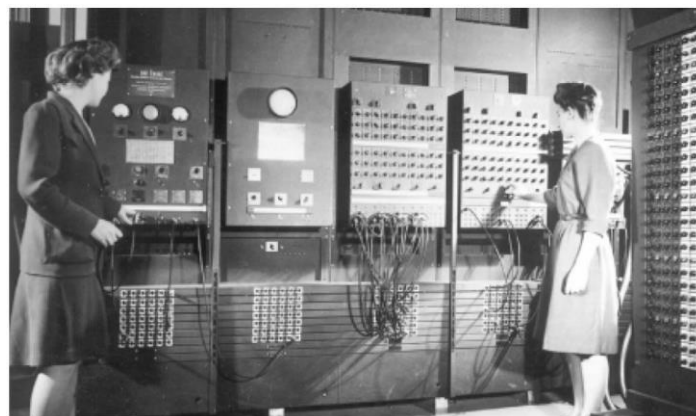
計算機本身的設計和製造是一回事，用計算機編程進行數學計算又是另一回事。ENIAC 是由物理學家莫齊利和數學家馮·諾依曼負責設計、工程師埃克特負責製造的。那麼，這第一台可編程計算機開始使用時，最早的程序員又是哪一路英雄人物呢？歷史對此並沒有給予特別的關注。

2010 年，由 LeAnn Erickson 編導的紀錄片「絕密的玫瑰花：第二次世界大戰中的女子“計算機”」由 PBS 公司攝製上映。這部影片讓全世界知道，第一批計算機編程技術人員，是時下芳齡二十多歲的六朵玫瑰花：凱思琳·瑪拉提 (Kathleen McNulty Mauchly [Antonelli], 1921-2006)，弗朗西斯·比拉斯 (Frances Bilas [Spence], 1922-2013)，簡·詹寧斯 (Betty Jean Jennings [Bartik], 1924-2011)，貝蒂·斯奈德 (Frances Elizabeth (Betty) Snyder [Holberton], 1917-2001)，露絲·李斯特曼 (Ruth Lichterman [Teitelbaum], 1924-1986)，和馬琳·維斯科夫 (Marlyn Wescoff [Meltzer], 1922-2008) (注：方括弧內是結婚後的夫姓)。



ENIAC 六朵玫瑰花

ENIAC 上進行的第一代程序編寫依賴於 IBM 打孔卡通過 I/O 插件連線並使用數學函數表，整合起來是具有 1200 種各自帶有 10 個開關的程序操作，十分複雜繁瑣，往往一項計算就需要女士們花上幾周的時間去編寫相應的運算執行程式。這六位女士組成的團隊被稱為是「計算機」(“Computers”)，但她們並不是簡單的實驗操作員。事實上，當年她們全都在位於 UPenn 工學院內的陸軍科研基金委員會屬下「彈道計算實驗室」做數據處理和科學計算工作。她們都有本科學位，例如露絲從費城 Temple 大學畢業，有數學和科學兩個學位；馬琳也從費城 Temple 大學畢業，有社會科學、英文和商學三個學位；弗朗西斯從 Chestnut Hill College 畢業，有數學和物理兩個學位。



簡(左)和弗朗西斯(右)

在六位女士中，有兩位值得大書一筆的人物。

貝蒂在 UPenn 本科開始讀數學，後來興趣改變，以新聞專業學位畢業。在 ENIAC 專項中她積累了豐富的程序設計經驗。二戰結束後，1947 年她到了費城電子控制公司當邏輯電路設計工程師，後來為美國人口普查局設計了第一代統計分析算法。1953 年，貝蒂到馬里蘭的海軍應用數學實驗室當指導主任，其間她和 ENIAC 設計師莫齊利教授一起為二進制自動計算機 BINAC 編寫了一本 C-10 指南，為現代程序設計語言提供了一個原型。她與海軍女準將、計算機專家葛麗絲·霍普（Grace Hopper）一起發展了早期的 COBOL 和 FORTRAN 算法語言，並且是 FORTRAN77 和 FORTRAN90 高級程序設計語言早期版本設計者之一。葛麗絲說過，貝蒂是她多年職業生涯里遇到過最優秀的程序員。1959 年，貝蒂到了世界最大的船舶設計公司之一的 DTMB，在其應用數學實驗室當程序研究專項主任。在那裡，她協助研製了第一代商用電子計算機 UNIVAC，創建了第一代程序設計系統的排序/合併（Sort/Merge）規則，用二值函數來表達決策樹，編寫了數據“讀取-寫入”代碼。1983 年，她從美國國家標準局退休。基於貝蒂的多項傑出貢獻，1977 年 Association of Women in Computing 授予她最高榮譽的 Augusta Ada Lovelace 獎。同年，IEEE 計算機學會授予她 Computer Pioneer Award，表彰她開發了 Sort/Merge 程序和開創並推動了彙編語言的發展。2015 年，在舊金山開辦的一所軟件工程學院以她命名，稱為 Holberton School。

簡·詹寧斯則與貝蒂相反，她在 UPenn 由讀新聞改為讀數學，以數學和英文兩個學位畢業。簡在 ENIAC 程序運算方面擔任負責工作。在機器正式運行前一天，姑娘們編寫的程序運行並不通暢，把她們急得徹夜無眠。第二天一早，簡決定扳動其中一個開關，便讓機器如願以償地運轉起來。弗朗西斯後來稱讚簡，說她「做夢時的邏輯推理比別人清醒時還要強」。1948 年，簡帶領一個小組成功地把 ENIAC 升級為可儲存程序的計算機，讓它運行得更快、更高效、更精確。她與 ENIAC 的主要設計者莫齊利教授以及建造者埃克特工程師一道，設計製造了二進制自動計算機 BINAC。另外，簡又為 UNIVAC-I 計算機設計了專用邏輯電路。她和貝蒂一起，創建了第一代程序設計系統的排序/合併（Sort/Merge）規則。由於她在第一代電子計算機 ENIAC、BINAC、UNIVAC 的諸多貢獻，簡在後來陸續獲得了不少榮譽和獎項，包括 2002 年她母校西北密蘇里州立大學授予的榮譽博士學位。該校還建築了一座 Jean Jennings Bartik 計算機歷史博物館。2008 年，該博物館授予她 Fellow 榮譽。2009 年，IEEE 計算機學會授予她 Computer Pioneer Award。她留下了一部自傳「簡·詹寧斯和那改變世界的計算機」，於 2013 年即她去世兩年後正式出版。

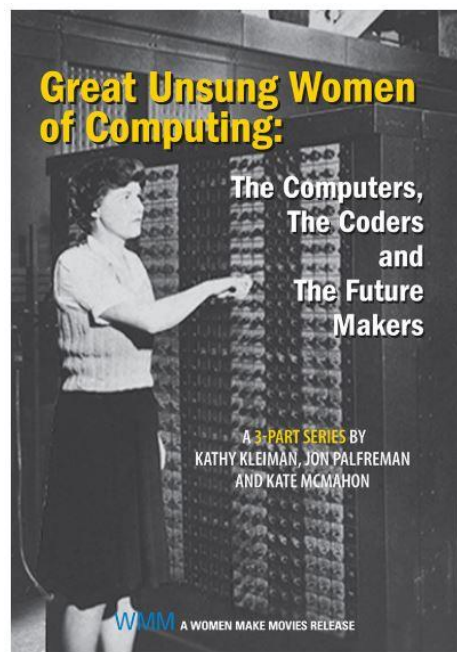
還有一朵玫瑰凱思琳是愛爾蘭裔，具有數學本科學位。為了紀念這位計算機程序先行者，2017 年 7 月愛爾蘭都柏林城市大學把他們的計算機大樓命名為凱思琳樓。2019 年，愛爾蘭國家高端計算中心又把他們新建的超級計算機命名為 Kay（凱思琳的暱稱）。

1997 年，六朵玫瑰全體榮登女子技術英模國際名人堂（The Women in Technology International Hall of Fame）。



(上排) 凱思琳·瑪拉提, 弗朗西斯·比拉斯, 簡·詹寧斯  
(下排) 貝蒂·斯奈德, 露絲·李斯特曼, 馬琳·維斯科夫

2013年, 歷史學家凱西·克萊曼 (Kathy Kleiman) 經過近二十年時間的詳盡考證后, 編導了一套 3 集的紀錄片「偉大而無名的計算機女性: 計算機、代碼和未來創造者」 (Great unsung women of computing: the computers, the codes and the future makers), 於 2016 年上映, 把六朵玫瑰不可磨滅的歷史功績弘揚於世。



## 參考文獻

- [1] LeAnn Erickson, Top secret rosies: The female "computers" of WWII, Public Broadcasting Service, 2010
- [2] Kathy Kleiman, Jon Palfreman and Kate McMahon, Great unsung women of computing: the computers, the codes and the future makers, 3-part series of films, Women Make Movies Inc., 2016
- [3] Annie Minoff and Jared Goyette, Finding the forgotten women who programmed the world's first electronic computer, Technology, The World, March 30, 2015
- [4] Jean Jennings Bartik, Pioneer Programmer: Jean Jennings Bartik and the Computer that Changed the World, Truman State University Press, 2013
- [5] W. Barkley Fritz, The women of ENIAC, IEEE Annuals of the History of Computing, vol. 18, no. 3, pp. 13-28, 1996