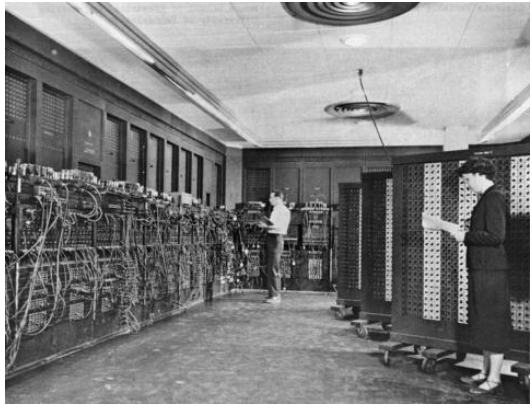
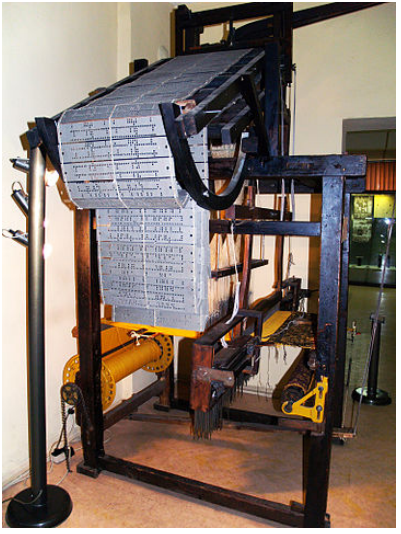
애니악 – 코드 연결을 통한 프로그램)

- 에니악은 '최초의 프로그래밍이 가능한 컴퓨팅기계'라는 수식어가 항상 따라붙는다. © 위키미디어 퍼블릭도메인



자가드 직조기 (일련의 천공 나무막대)

- 스톡 콘텐츠 - 자카드 직조기는 천공 된 카드를 사용하여 제직 용 패턴을 프로그래밍하는 기계 직기입니다



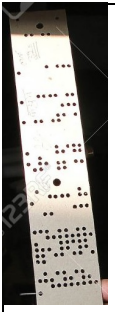
폰노이만 컴퓨터

CPU

ALU register

산술 논리 장치.

주기억장치



1010101111000010

1011101010100101

.....

0011001010000111

0000111101011111

0000111101011111

1111100000010100

.....

2장: 문제 해결 방법의 발견과 해결

2.1 알고리즘 표현하기

2.2 알고리즘으로 하는 문제 해결 예

2.3 알고리즘의 분석과 효율성 분석

2.1 알고리즘 표현하기

Computation not calculation

- Calculation and computation
  - We use a calculator to perform simple arithmetic operations, whereas a computer is typically used to perform complicated tasks, often involving complex algorithms. You may therefore use the words “calculate” and “calculation” to indicate simplicity and “compute” and “computation” to indicate complexity.
- Calculation : 간단한 계산
- Computation : complex algorithm - 복잡한 계산
  - 일련의 “간단한 계산과 다음 계산 순서 지정 “

알고리즘 표현하기

- 알고리즘을 어떻게 표현할 것인가는 매우 중요한 일
  - 명확하게 필요한 동작과 다음 단계를 나타내도록 표현
  - **표기법**
    - **자연어**로 표현
    - Pseudo Code

자연어 표현의 문제는?

- **"구조화되어 있지 않다"**
  - 알고리즘을 읽기 어렵고, 알고리즘 흐름을 파악하기도 어려움
  - 판별식 알고리즘을 적을 때

    '~~~결과 값이 '영'과 같으면~~'은,

    앞부분의'~~~결과 값이 '영'보다 크면~~'과 동시에 성립하는 것인지
    - 0보다 크고, 그리고 동시에 0과 같다는 것(≧)인지
    - 아니면 두 문장이 배타적인지
      - 0보다 크지 않고, 따로 0과 같다는 것인지) 명확히 알기 어려움
      - 들여쓰기, 순환 시작 등을 알리는 표시를 사용하지 않았기 때문
      - 명확성을 강조하기 위해 **동시적**인지 **배타적**인지를 알리기 위해, 특정 시작 부분을 안쪽으로 들여 쓰는 표현을 사용

라면끓이는 절차 : 자연어 알고리즘

자연어로 알고리즘 기술

- 자연어는 의미에서 여러 의미로 해석할 수 있다.
  - 항상 같은 순서와 방법으로 실행하여 항상 같은 결과를 만들어야
  - '~~판별식의 루트 값을~~'에서
    - 판별식을 계산한 결과를 루트로 계산한다는 것인지,
    - 아니면 다른 '루트'값이라는 것이 있는 것인지 명확하지 않다.
      - '아래 나열한 100개의 수중에서 가장 작은 수를 찾으시오'
        - 가장 작다는 것이 **자연수**를 말하는 것인지, **정수**를 말하는 것인지 애매하다
  - 애매모호함과 불 완전성 ambiguous and incomplete 존재
- 자연어 표현 알고리즘
  - 라면 요리 설명서
  - 레시피 등

2.1.1 의사코드

- 코드 비슷하다는 의미 (프로그램 코드와 비슷한 자연어)
- 컴퓨터 안에서 실행하는 코드가 아님
- 프로그래밍 언어의 문장 의미를 나타내려고 만든 영어 형식의 문장 구조
- 구조화가 잘된 몇 개의 동작 구조로만 알고리즘을 작성
- 여러 종류의 프로그래밍 언어와 구조나 문장에서 유사
  - 알고리즘의 각 동작을 프로그램 문장으로 간단하게 대응
  - 문제 해결 구상 단계에서 빠르게 알고리즘 구조를 잡을 때 유용

의사코드 예

이차방정식 $ax^2+bx+c=0$에서 a, b, c는 실수이고,
$a \neq 0$일 때 근을 구하는 동작으로의 표현

단계1: a, b, c 세 개의 실수 값을 입력 받는다.

단계2: 세 개의 값으로 D ← b^2-4ac를 계산하라.

단계3: 만약 D > 0이면, 아래를 계산한다. // 방정식의 근 x1, x2 두 개

$x1 \leftarrow (-b + \sqrt{D}) / (2 \times a)$

$x2 \leftarrow (-b - \sqrt{D}) / (2 \times a)$

결과 x1, x2 값을 출력한다.

만약 D = 0이면, 아래를 계산한다. // 방정식의 근 x 한 개(중근)

$x \leftarrow -b / (2 \times a)$

결과 x 값을 출력한다.

만약 D < 0이면, 아래를 수행한다. // 방정식의 근은 허근

결과로 "허근을 가짐" 출력한다.

단계4: 종료한다.

- 교제 그림 1.1

기계어(컴퓨터 이해)

주소	내장 프로그램(16-비트 이진수)
01100000	1010101111000010
01100010	1011101010100101
.....	.....
01110100	0011001010000111
01110110	0000111101011111
01111000	0000111101011111
.....	1111100000010100
	.....

[그림 1.2] 컴퓨터 메모리 주소와 내장 프로그램

Assemble Language

```
Read a
Read b
Read c
Load b
Mult b
Store sb
Load  a
Mult  c
Mult  4
Store fac
Load sb
Minu fac
JEQZero 1
JGTZero 2
JLTZero 3
```

1 실근 한 개를
구하고 출력

2 실근 두 개를
구하고 출력

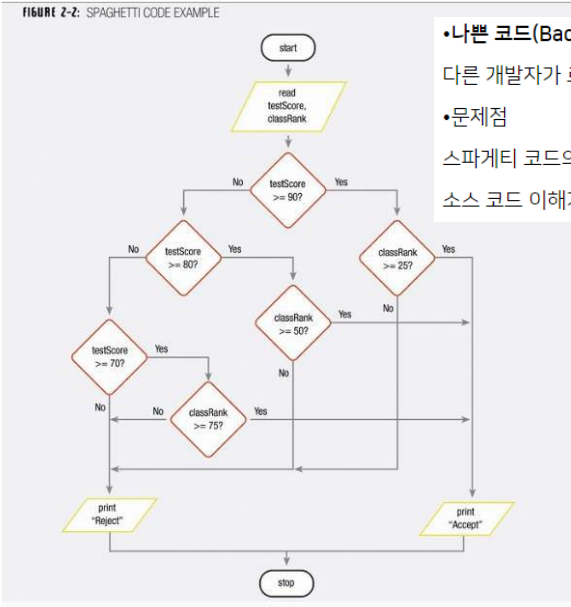
3 Print " 답없음"
Print
stop
a
B
C
Sb
fac

Program with goto(jump)-Fortran

```
   Read a, b, c
   D = b*b – 4 * a * c
   if D = 0 goto L1
   if D > 0 goto L2
   if D < 0 goto L3
L1    x = -b / 2 * a
   print x
   goto End
L2    x = (-b + rood(D))  / 2 * a
   print x
   x = (-b – rood(D))  / 2 * a
   print x
   goto End
L3    print "실근이 없음“
End    stop

Data    a
Data    b
Data    c
Data    x
Data    D
```

Spaghetti code with goto



[소프트웨어개발 프로그래밍] 스파게티 코드 예

- **나쁜 코드(Bad Code)**

다른 개발자가 로직을 이해하기 어렵게 작성된 코드

- 문제점

스파게티 코드의 경우 잦은 오류가 발생할 가능성 있음

소스 코드 이해가 안 되어 계속 덧붙일 경우 코드 복잡도 증가

SOFTWARE 위기

- F. L. 바우어가 처음 1968년 독일 가미시에서 열린 첫 번째 나토 소프트웨어 공학 학회 [1]
- 에츠허르 데이크스트라의 1972년 ACM 튜링상 수상 연설[2]
  - 소프트웨어 위기의 주요한 위기는 컴퓨터 성능이 몇수십배나 더 강력해졌기 때문입니다! 심하게 말하면: 컴퓨터가 없었을 때는 프로그래밍에는 전혀 문제가 없었습니다; 느린 컴퓨터 몇 개 뿐이었을 때는 프로그래밍이 조금 문제가 되었고, 이제는 거대한 컴퓨터에 프로그래밍도 비슷하게 거대한 문제가 되었습니다.
    - 프로젝트 예산이 초과되었다.
    - 프로젝트 일정이 지연되었다.
    - 소프트웨어가 비효율적이었다.
    - 소프트웨어 품질이 낮았다.
    - 소프트웨어가 요구 사항을 만족시키지 못하는 일이 빈번히 일어났다.
    - 프로젝트는 관리 불가능했고 코드 관리는 힘들었다.
    - 소프트웨어가 고객의 손에 전달 되지 못했다.

위기대응방안 - 위키피디어

- **대응 방안**[편집]
- 여러 소프트웨어 공학 수단을 더 적극적으로 활용하는 것이 한가지 해결책이 될 수 있다.
- 객체 지향 프로그래밍, 캡슐화
- 구조적 프로그래밍
- 통합 개발 환경, 신속 응용 프로그램 개발
- 소프트웨어 콤포넌트화
- 소프트웨어 프로토타이핑
- 애자일 개발 프로세스
- 반복형 개발
- 버그 / 이슈 관리 시스템, 버전 관리 시스템
- 디자인 패턴
  - Model+View+Controller
- 가비지 콜렉션
- 멀티스레드 프로그래밍

구조적 프로그램

- 스파게티코드를 근본적으로 개선할 수 없을까?
- 문제점
  - 나는 200K 라인의 스파게티 코드를 물려 받았다 – 지금 무엇? (qastack.kr)

Structured programming

- 1972, Dijkstra published the "Notes on structured programming" article
- restricting program control to three structures: sequence, selection, and repetition. Dijkstra's work "triggered the structured programming movement
- Structured_Programming2.pdf (iicseonline.org)

컴퓨터의 기본 동작

- 입력 (외부장치 □ 기억장치)
- 출력 (기억장치 □ 외부장치)
- 계산
  - 자료저장
  - 산술계산 등
- 다음 동작 순서 지정

- Remind
  - Computation
  - 일련의 "동작과 다음 순서”

2.1.2 순차동작

- 산술 계산 문장과 결과를 저장하는 문장

- '변수'의 값에 '산술 수식'결과를 넣어라.

변수 ← 산술 수식

- **변수는 값이 저장되는 위치를 나타내는 이름**

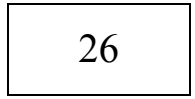
  'D'의 값을 'b × b - 4 × a × c'로 넣어라.

D ← b × b - 4 × a × c

- 알고리즘 : 문제를 해결하는 절차
  - Do; do; do; do; do; do ;
  - Do□ statechanged □ do □ statechanged □ do □ state chantged □ do □ state changed ……. □ final state (end)

예

- D에 어떤 값 26이 저장한 상태라면



- b × b - 4 × a × c를 계산한 새로운 결과 값
  - a, b, c 값이 각각 2, 3, 1 □ 9 – 4 * 2 * 1 □ 1

- '변수' D의 값에 저장된 결과

- **변수 D 는 값이 저장되는 위치를 나타내는 이름**

입력과 출력

- 입력: **read** 변수, 변수, . . .
- 출력: **write** 변수, 변수, . . .

- 원의 반지름인 r 값을 읽어 들여라.

read r
write area
write “sorry, addition error.”
write “Can not find desired Number.”
write “홀수를 입력하세요.”

3개학급의 성적 하계 및 평균(의사코드)

- Total □ 0
- Read Score1
- Total = Total + Score1
- Read Score 2
- Total = Total + Score2
- Read Score 3
- Total = Total + Score3
- Average = Total / 3
- Write Total, Average
- Stop

- Total □ 0
- Read Score1
- Read Score2
- Read Score3
- Total = Score1 + Score2 * Score3
- Average = Total / 3
- Write Total, Average
- Stop

2.1.3 조건동작

- 실행 도중에 필요한 부분을 선택하거나, 반복하여야 하는 경우
- **조건 동작**이나 **반복 동작**을 하도록 의사코드를 추가
- 필요한 부분을 선택하거나 조건에 따라 특정 부분을 반복하여 실행 동작
  - **제어 동작**

if '참/거짓에 대한 조건'**then**

동작 블록1

else

동작 블록2

조건 동작 순서도

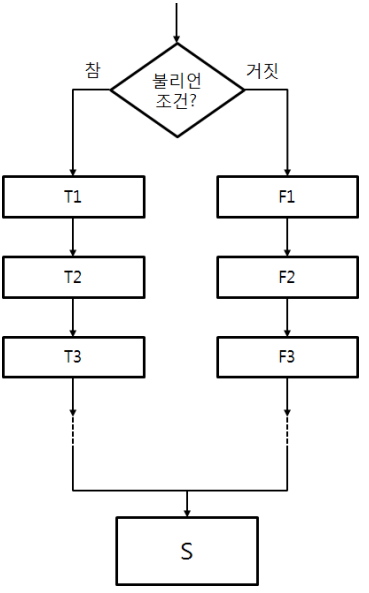


그림 2.3 **if..then..else**문장에 대한 순서도

.

.

단계3 **if** D > 0 **then** // 방정식의 근 x1, x2는 각각

x1 ← (-b +) / (2 × a) //블록1

x2 ← (-b -) / (2 × a)

write x1, x2

else if D = 0 **then** // 방정식의 근은 한 개의 실근(중근)을 가짐

x ← -b / (2 × a) //블록2

write x1

else if D < 0 **then** // 방정식은 허근을 가짐

write “허근입니다” //블록3

.

.

30일 동안 매일 입금한 금액을 합하고, 하루 평균 입금액을 구하는 알고리즘

(조건과 반복 동작 버전)

단계1 Money ← 0

단계2 Day ← 1

단계3 **read** Daymoney

단계4 Money ← Money + Daymoney

단계5 **if** Day < 30 **then**

Day ← Day + 1

goto 단계3

else

AveMoney ← Money ÷ 30

write Money, AveMoney

단계6 **stop**

그림 2.4 30일 동안 저축 총액수와 하루 평균 입금액을 계산하는 알고리즘

2.1.4 반복 동작

- 반복하여야 하는 경우
- **반복 동작**을 하도록 의사코드를 추가
- 순환 몸체

while (‘참/거짓에 대한 조건’) **do**

.

.

단계i: 동작

단계i+1: 동작

.

.

단계j: 조건을 변화시키는 동작

endwhile

While ...반복동작 순서도

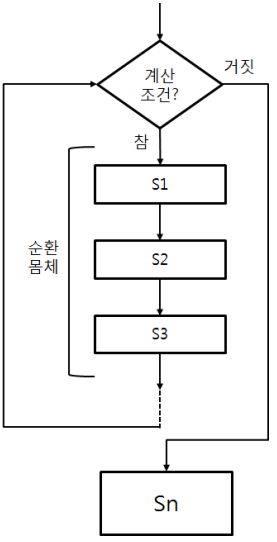


그림 2.5 **while** 순환 구조와 실행

반복 동작 예

- **while** 순환에 대한 간단한 예를 살펴보자.

```
단계1   Num ← 1
단계2   Table ← 1
단계3   while (Num ≤ 30) do
단계4         Table ← Table ×Num
단계5         write Table, Num
단계6         Num ← Num + 1
단계7   endwhile
```

반복 동작 다른 예-반복 계속 결정

- **사용자 입력에 따라 순환을 진행하고, 입금한 총액을 출력하는 알고리즘 (사용자 입력에 의한 반복 동작 버전)**

repeat ← **Yes**
Money ← 1
while (repeat = Yes) **do**
  read Daymoney
  Money ← Money + Daymoney
  write “다시 실행하려면 Yes를, 끝낼면 No를 입력하세요.”
  read repeat
endwhile
write Money
stop

Do …반복 동작

- **나중 검사**

do

동작1

동작2

.

.

동작i: 조건을 변화시키는 동작

enddo(참 거짓 조건 검사)

Do ...반복 동작 순서도

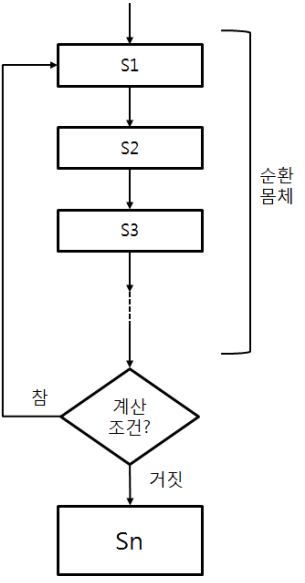


그림 2.7 나중 검사 **do..while** 순환 구조

정한 횟수 만큼 반복

for (i ← 초기 값, 증가 값, 마지막 값) **do**

단계1: 동작1

단계2: 동작2

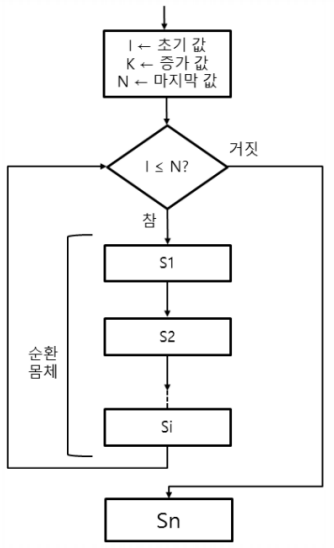
.

.

.

단계i: 동작i

endfor



2.2 알고리즘으로 하는 문제 해결의 예

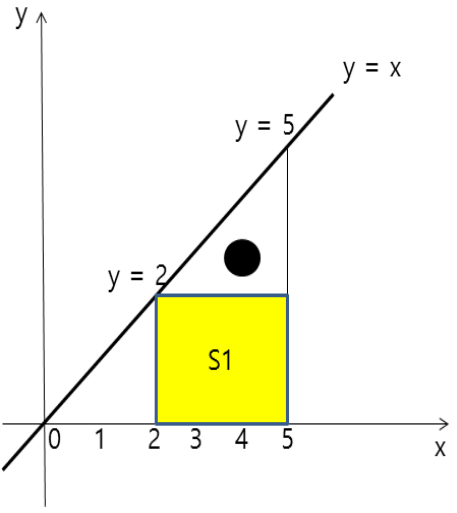
2.2.1 구분구적법에 의한 적분하기

- 일차방정식 y = x의 적분 값 $y = \int_{2}^{5} x\,dx$

- 구분구적법으로

- 그림 2.10(a) 같이 (x, y) 좌표가 각각 (2, 0), (2, 2), (5, 0), (5, 5) 인 x = 2에서 x = 5까지를 1등분한 사각형의 면적 S1 = (5 - 2) × (2 - 0) = 6를 구하면 된다.

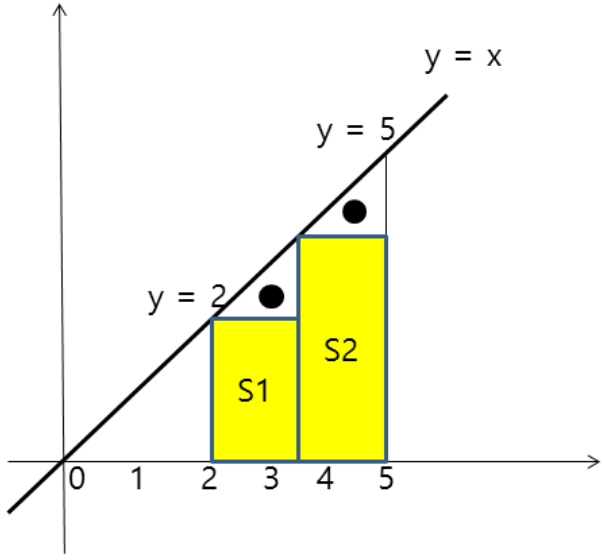
- 이 때 사각형과 y = x 직선 사이의 오차 공간(● 표시)이 생기게 된다. 이렇게 구해진 사각형의 면적은 오차 공간의 크기가 너무 커서 정확한 적분 값으로 판단할 수 없다.



이 오차 공간을 줄이기 위해 그림 2.10(b)와 같이 x = 2에서 x = 5까지를 2등분하고, 두 개의 사각형 면적을 각각 구하여 합한다. 즉, 아래처럼 계산한 적분 값 I = S1 + S2 = 3.0 + 5.25 = 8.25이다.

S1 = (3.5 - 2) × (2 - 0) = 1.5 × 2 = 3.0

S2 = (5 - 3.5) × (3.5 - 0) = 1.5 × 3.5 = 5.25

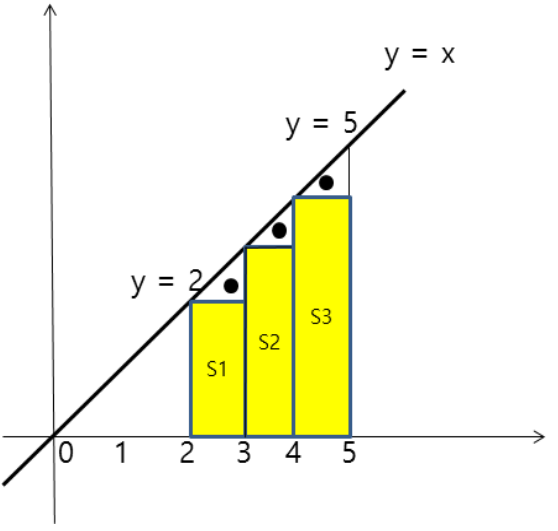


n 구간을 3등분하면
S1 + S2 + S2 = 2 + 4 + 5 = 11이다.

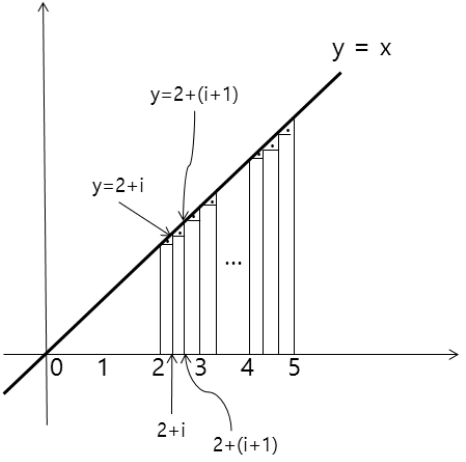
S1 = (3 - 2) × (2 - 0) = 1 × 2 = 2

S2 = (4 - 3) × (4 - 0) = 1 × 4 = 4

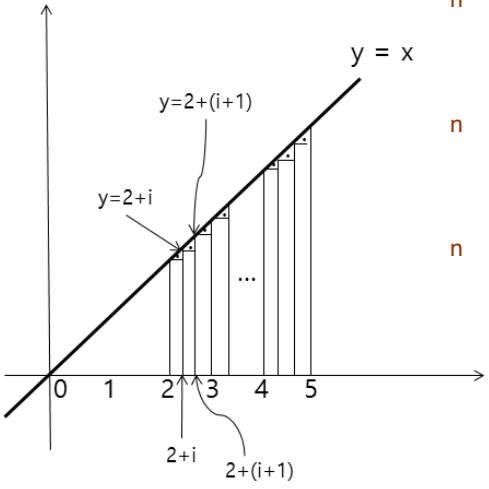
S3 = (5 - 4) × (5 - 0) = 1 × 5 = 5



- 그러면 사각형을 몇 등분으로 나누고 각 사각형의 합을 구해야 될까? 또 몇 등분으로 나누면 된다는 명확한 답은 있을까? 몇 등분하면 좋다는 명확한 답을 알 수 없다.



(d) n등분 하였을 때



- x0 = 2, xn = 5
- 막대기 개수 n
- 막대기 넓이
  - 넓이 : (5-2)/n
  - Width: (xn – x0)/n
- i 번째 막대기 높이
  - 2 + i
  - x0+ i
- i 번째 막대기 넓이
  - (2 + i * (5-2)/n) * (5-2)/n
  - (x0+ i*width) * width

```
For(i=0, i < n, i++) {
        Area += (x0+i*width)  * width
}
```

함수 area(x0, xn, n)

- x0-xn 구간을 n개 구간으로 나누어 n개의 면적을 더한다.
- int area(x0, xn, n) {
  - sum = 0, width = (xn – x0)/n
  - for(i=0;i<n; i++)
    - Sum = sum + (x+i*width) * width
  - return sum;
- }

수렴 오차

- 사각형 면적의 합이 일정 값에 수렴한다는 것을 알기 위해서는 N-1등분하여 구한 적분 값 I(N-1)과 N등분하여 구한 적분 값 I(N)과의 차이를 비교한다.
- 만약 차이가 거의 없으면 더 이상 사각형으로 쪼갤 필요가 없다.
- 그러므로 이때까지 수렴한 값인 I(N-1)나 I(N) 중에서 한 값을 적분 값으로 결정한다. 수렴 값의 차이가 없다는 것은 정해준 **일정한 값**보다 적다는 의미이다.
- 컴퓨터에서 실수 값 연산은 유효자리 수 때문에 정확하게 제로(0)를 만들지 않는 경우가 발생할 수도 있다.
- 그러므로 수렴 값의 차이를 비교하려면 아래처럼 일정한 값과 비교하는데, 오차 범위 안에 있으면 두 값 I(N-1)와 I(N)은 같은 값으로 판단한다.

$$-\text{오차 값} \le I(N-1) - I(N) \le +\text{오차 값}$$

알고리즘(교재 반영 수정필요)

$y = \int_2^5 x\,dx$

error=0

area0, area1=0

read x0, xn

n=1

Do {

area 0 = area1

area1 = area(x0, xn, n)

n= n+1

} While(절대값(area1-area0) > 0.00001)

Write “적분값:“

Write area1

stop

2.2.2 연락처에서 전화번호 찾기

- 스마트폰에 들어있는 연락처에서 찾으려는 사람의 '이름'을 입력하고 이름에 해당하는 전화번호를 찾는다
- **이름이 있는 위치**를 알아내는 것이다.
- 스마트폰에 1,000명의 이름과 전화번호가 있다
- 이름은 N1, N2, N3, . . . , N1000
- 각 이름에 대응하는 전화번호는 T1, T2, T3, . . . , T1000

N1	T1
N2	T2
N3	T3
.	.
.	.
.	.
N1000	T1000

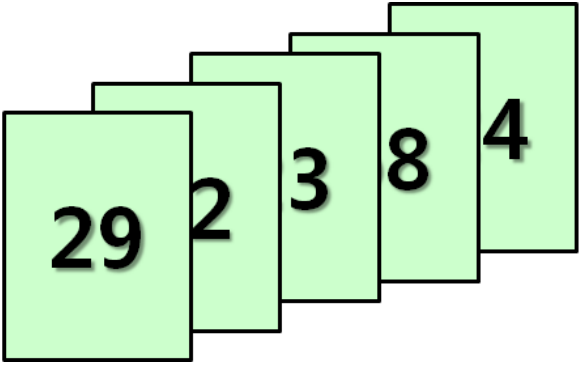
알고리즘

```
(1)        read N1, . . . , N1000 // 목록에 이름 입력
(2)        read T1, . . . , T1000 // 목록에 전화번호 입력
(3)        read NAME // 찾으려는 이름 입력
(4)        i ← 1
(5)        Found ← NO
(6)        while (i ≤ 1000)
(7)          if NAME = N[i] then  // 찾으려는 이름과 목록 이름 비교
                 write "찾는 전화 번호 입니다", T[i]
(8)                Found ← YES
           endif
           i = i + 1
         endwhile
(9)        if Found = NO then
             write "찾는 이름이 없습니다"
    11   Stop
```

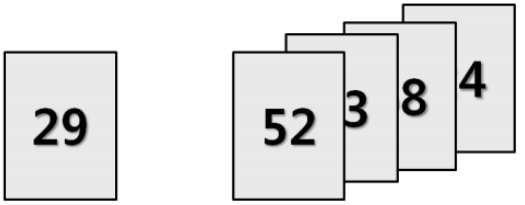
2.2.3 나열한 수에서 가장 큰 수 찾기

- 알고리즘인 FindMax 알고리즘은 순서가 없이 나열된 수를 올림차순으로 정렬하는 것이다.
- 올림차순 정렬은 나열한 수에서 가장 큰 수를 찾아서 제거한다. 그리고 나열한 나머지 수에서 다시 가장 큰 수를 찾아서 제거한다.

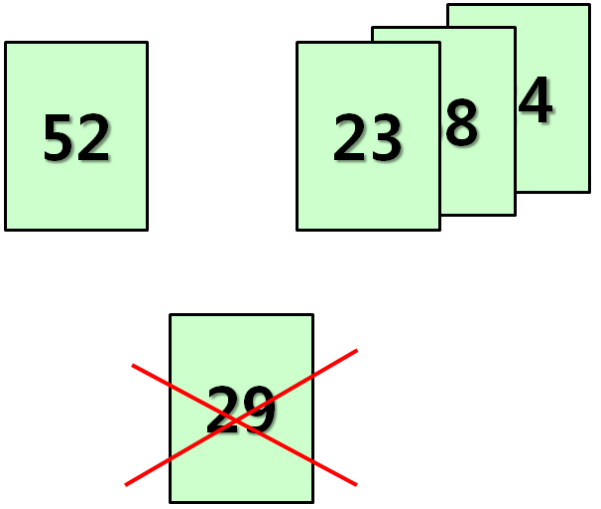
나열한 수	29	52	23	68	24
	↑	↑	↑	↑	↑
위치	1	2	3	4	5

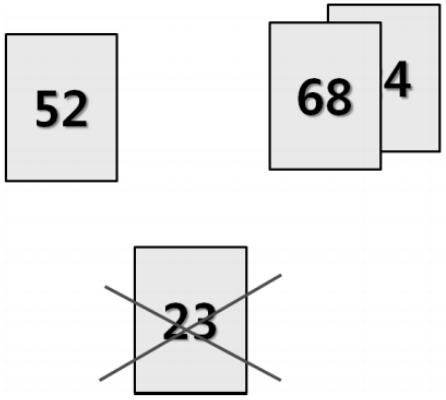

29
2
3
8
4

일단 첫 장을 제일 큰수로 가정



비교후 큰수를 남긴다.




52
68
4
23

알고리즘

가장 큰 수를 찾는 알고리즘 FindMax

```
read N                          // 나열한 수의 길이
read  A1, A2, . . . , An        // 나열한 수
Max ← A[1]
position ← 1
k ← 2
while (k ≤ N) do                //  비교
    if A[k] > Max then
            Max ← A[k]
            position ← k
            k ← k + 1
            else
            k ← k + 1
endwhile
write Max, position
stop
```

[그림 2.11] 임의로 나열한 수에서 가장 큰 수를 찾는 알고리즘

2.2.4 순서가 있는 자료에서 원하는 데이터 찾기

- 순서가 중요
- 이진탐색

- 순서화된 n개의 자료에서 가운데(n/2)를 지정

0	1	2	3	4	5	6	7	8
first				Mid				last
8	15	20	26	41	47	80	87	93

방법

(1) 우선 자료는 올림차순으로 정렬되어 있다고 하자(입력).

(2) 처음 자료배열의 중간 값을 선택하여, 그 값을 찾고자 하는 값과 비교한다.

(3)선택한 중앙값이 찾는 값이면 탐색에 성공한 것이다.

(4) 처음 선택한 중앙값이 찾는 값보다 크면, 찾고자 하는 데이터는 중앙값 앞쪽에 있음을 알 수 있다. 또는 중앙값이 찾는 값보다 작으면 찾는 데이터는 중앙값 뒤에 있다.

(5) 이런 방식으로 검색 영역을 줄이면 검색이 반복될 때마다 찾는다.

$$Mid = \lceil (first+last)/2 \rceil$$

- 여기에서 다시 first를 Mid 위치부터 마지막 까지 탐색해야 하므로, first ← Mid로 대치한다. 그러면 아래와 같다.

0	1	2	3	4	5	6	7	8
무시	무시	무시	무시	first				last
8	15	20	26	41	47	80	87	93

- 여기에서 찾으려는 데이터가 47이므로 Mid = (first+last)/2 = (4+8)/2 = 6로 A[6]을 비교한다. 즉, A[Mid]는 A[6] = 80으로 찾는 데이터가 아니다.
- A[Mid] 값이 47보다 크다. 그러므로 새로운 탐색 영역은 Mid 앞 부분인 인덱스 4와 인덱스 5 사이이다. 다시 last를 last ← Mid로 대치한다. 그러면 Mid = (first+last)/2 = (4+6)/2 = 5로 A[5]을 비교한다. 즉, A[Mid]는 A[5] = 47로 찾는 데이터이다.
- 작은 부분이나 큰 부분을 무시하였으므로 전체적으로 탐색 속도는 순차 탐색보다 빨라진다.

2.3 알고리즘의 분석과 효율성 분석 예

```
(1)         read N1, . . . , N1000 // 목록에 이름 입력
(2)         read T1, . . . , T1000 // 목록에 전화번호 입력
(3)         read NAME // 찾으려는 이름 입력
(4)         i ← 1
(5)         Found ← NO
(6)         while (i ≤ 1000)
(7)           if NAME = N[i] then  // 찾으려는 이름과 목록 이름 비교
                  write "찾는 전화 번호 입니다", T[i]
(8)                 Found ← YES
(9)                 break;
            endif
            i = i + 1
          endwhile
(10)        if Found = NO then
             write "찾는 이름이 없습니다"
     11   Stop
```

예

- 이름이 n개 있는 연락처를 순차 탐색하는 알고리즘을 수행하면 비교회수는 아래와 같다.

최선일 때	평균일 때	최악일 때
1	n/2	n

O(n)

N=50,000,000, 비교에 1초 필요하면, 50,000,00 만초 13889시간 소요