



[J02122] 컴퓨터구조

2022년 1학기

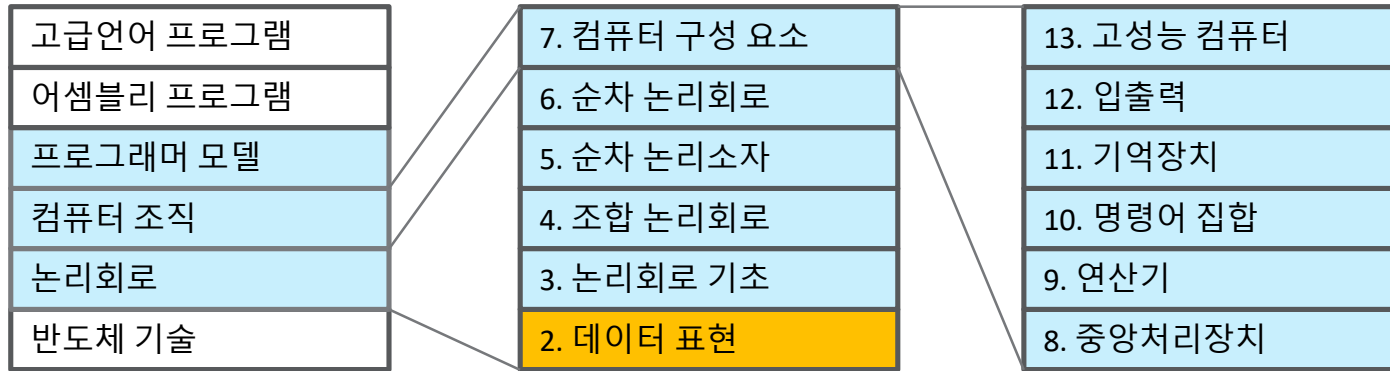
상명대학교 소프트웨어학과 박희민

- 2.1 디지털 시스템
- 2.2 수의 체계
- 2.3 진법 변환
- 2.4 코드
- 2.5 요약

2022-03-02

CHAP02 데이터 표현

2. 데이터 표현

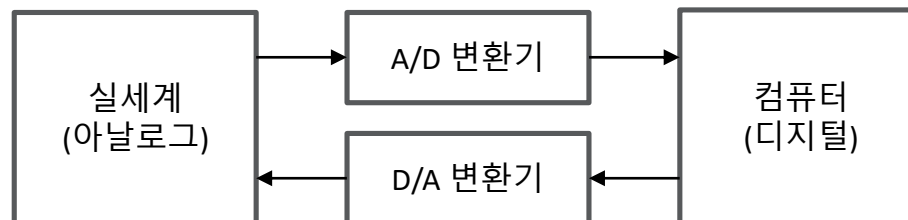


- 학습 목표
 - 수를 표현하는 원리 이해한다.
 - 10진수와 임의의 R진수 간 표현을 변환할 수 있다.
 - 문자를 코드(code)로 표현하는 방법을 이해한다.
- 내용
 - 2.1 디지털 시스템
 - 2.2 수의 체계
 - 2.3 진법 변환
 - 2.4 코드

2.1 디지털 시스템

- 디지털 시스템이란?
 - digit + al
 - 불연속 값(discrete value)를 취급(처리, 계산)하는 시스템
 - 컴퓨터는 디지털 시스템의 일종
- 실세계(real-world)는 아날로그(analog)
 - 연속적인 값(continuous value)

- 신호 변환



아날로그 & 디지털

- Analog signal
 - 연속(continuous)
 - 실세계에 존재
- Analog system
 - 온라인 상태로 저장 불가
 - 부정확
- Digital signal
 - 불연속(discrete)
 - 숫자로 표현
 - 실세계의 값을 숫자로 변환
- Digital System
 - 온라인 상태로 저장 가능
 - 정확

숫자 표현

- 사람은 10진수 사용
 - 디짓(digit): 자릿수, 손가락
 - 아라비아 숫자: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- 기계는 2진수 사용: 안정된 상태가 2개
 - 스위치: 열림(off)/닫힘(on).
 - OCR 카드: 표시가 없음/까만 색.
 - 펀치 카드: 구멍을 뚫지 않음/구멍을 뚫음.
 - 전기 신호: 전류가 흐르지 않음/흐름.
 - 자기(자석): N극/S극.

2진 시스템(binary system)

- 2진수로 표현된 데이터를 처리하는 시스템
- 비트 (bit) = binary + digit: 2진수 한 자리, 0 또는 1
- 2진 데이터의 단위



(a) 비트(bit)



(b) 니블(nibble)



(c) 바이트(byte)



(d) MSB와 LSB

• 예제 2-1

- $(12345678)_{10}$: MSD = _____, LSD = _____
- $(00001111)_2$: MSB = _____, LSB = _____

2.1 디지털 시스템 요약

- 디지털 시스템
 - 숫자를 처리하는 시스템
 - A/D 변환기: 아날로그 신호를 숫자로 변환
- 2진 시스템
 - 2진수 데이터를 처리하는 시스템
 - 안정된 상태가 2개인 소자.
 - 비트/니블/바이트
 - MSB/LSB

2.2 수의 체계

- 학습 내용
 - 수를 표현하는 원리 (weighted number)
 - R진법의 수(R진수)의 표현과 크기
- 구성
 - 2.2.1 10진수
 - 2.2.2 R진수
 - 2.2.3 수의 표현 범위

2.2.1 10진수

- 무게 수(weighted number)
- 1234.56
 - 기호(symbol): {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}
 - 자리에 따라 무게가 다르다.

수의 표현	...	1	2	3	4	.	5	6	...
자릿수	...	3	2	1	0		-1	-2	...
무게	...	10^3	10^2	10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}	...

- 예: $(1234.56)_{10} = 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$
 $= 1000 + 200 + 30 + 4 + 0.5 + 0.06$
 $= 1234.56$

- 값 $V(N) = A_{n-1} \times 10^{n-1} + A_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + A_{-m} \times 10^{-m}$
 $= \sum_{k=-m}^{n-1} A_k \times 10^k$

2.2.2 R진수

기호	...	A_3	A_2	A_1	A_0	.	A_{-1}	A_{-2}	...
자릿수	...	3	2	1	0		-1	-2	...
무게	...	R^3	R^2	R^1	R^0		R^{-1}	R^{-2}	...

- R진법의 수

- 기호(symbol): $\{0, 1, 2, \dots, R-1\}$

- 값

$$\begin{aligned}
 V(N) &= A_{n-1} \times R^{n-1} + A_{n-2} \times R^{n-2} + \dots + A_{-m} \times R^{-m} \\
 &= \sum_{k=-m}^{n-1} A_k \times R^k
 \end{aligned}$$

- 예: $(1A4C)_{16}$

- 기호: $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$

- 값: $1 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 4 \times 16^1 + 12 \times 16^0 = 4,096 + 2,560 + 64 + 12 = 6,732$

[예제 2-2] 크기 계산

수의 크기를 10진수로 적으세요.

표현이 잘못된 수는 그 이유를 설명하세요.

1. $(519.87)_{10}$
2. $(127.4)_8$
3. $(127.4)_5$
4. $(1BE)_{16}$
5. $(1101.1)_2$

2.2.3 수의 표현 범위

- 수의 종류
 - 부호 없는 수(unsigned number): 0을 포함한 양수
 - 정수(signed number): ..., -1, 0, 1, ... (음수, 0, 양수)
 - 실수(real number): 소수점을 포함하는 수
- ※ $R^n = 10\dots0$ (0이 n 개)
- 수의 표현 범위
 - 10진수 n 자리: $0 \sim 10^n - 1 = 0 \sim 9\dots9$ (9가 n 개)
 - R 진수 n 자리: $0 \sim R^n - 1$

예제

- [예제 2-3] 수의 표현 범위를 10진수로?

(1) 4자리의 10진수

(2) 4자리의 5진수

(3) 4자리의 2진수

(4) 3자리 16진수

(5) 8자리 2진수

2.2 수의 체계 요약

- 수의 표현 원리 = 무게 수 (weighted number)
 - 기호: R개 (0, 1, 2, ..., R-1)

기호	...	A_3	A_2	A_1	A_0	·	A_{-1}	A_{-2}	...
자릿수	...	3	2	1	0		-1	-2	...
무게	...	R^3	R^2	R^1	R^0		R^{-1}	R^{-2}	...

- 수의 크기:

$$\begin{aligned}
 V(N) &= A_{n-1} \times R^{n-1} + A_{n-2} \times R^{n-2} + \cdots + A_{-m} \times R^{-m} \\
 &= \sum_{k=-m}^{n-1} A_k \times R^k
 \end{aligned}$$

2.3 진법 변환

- 진법 변환

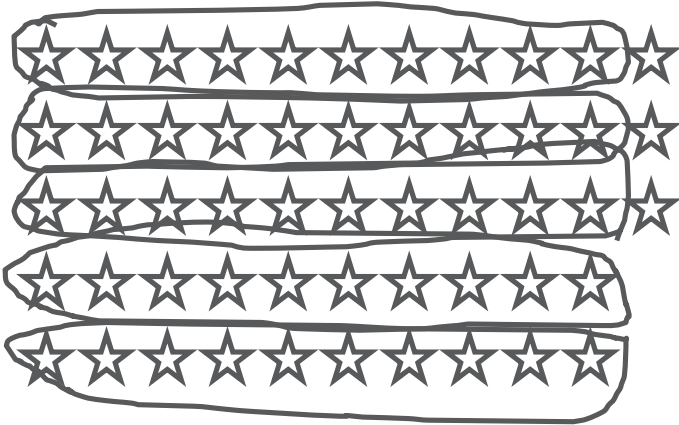
- R진수 \rightarrow 10진수
- 10진수 \rightarrow R진수

(식 2.3)

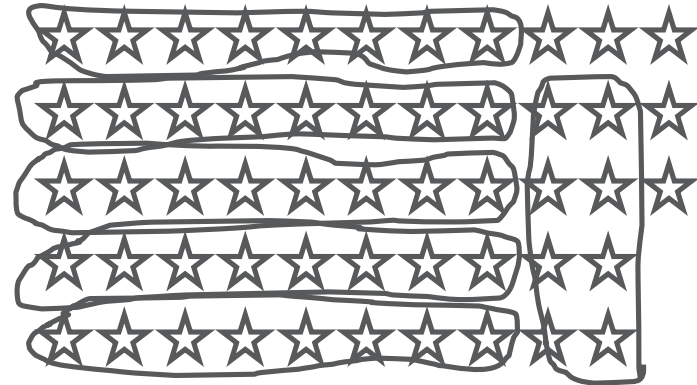
- 구성

- 2.3.1 10진수를 R진수로 변환
- 2.3.2 2진수, 8진수, 16진수

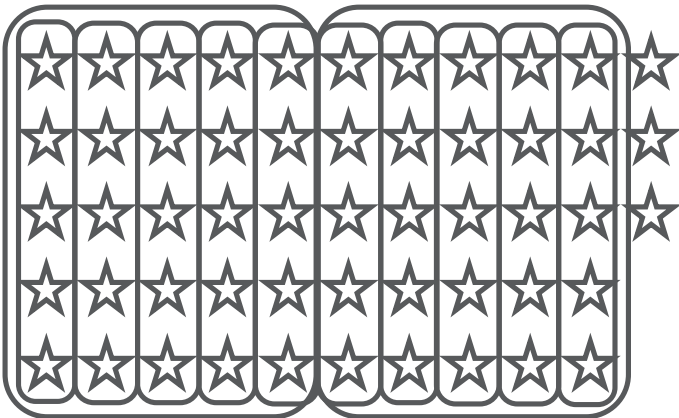
2.3.1 10진수를 R진수로 변환



()₁₀



()₈



()₅



()₂

- 절대 수는 불변, 진법에 따라 표현이 다름

진법 변환 원리

$$\begin{aligned} V(N) &= A_{n-1} \times 10^{n-1} + A_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots A_0 \times 10^0 \\ &= X_{k-1} \times R^{n-1} + X_{k-2} \times R^{n-2} + \dots X_0 \times R^0 \end{aligned}$$

$$V(N)/R = X_{k-1} \times R^{n-2} + X_{k-2} \times R^{n-3} + \dots X_1 \times R^0 \quad \text{remains } X_0$$

- R개씩 묶으면
 - 묶음의 수가 몫이고, 나머지가 1의 자리 숫자이다.
- 10진수를 R로 나누고
 - 몫은 묶음의 수이고, 나머지가 R⁰ 자리의 숫자이다.

[예제] R진수로 변환

[예제 2-4] 2진수로 몇 개?



[예제 2-5] $527_{10} \rightarrow 8$ 진수

2.3.2 2진수, 8진수, 16진수

10 진수	2 진수	8 진수	16 진수
0	0000	00	0
1	0001	01	1
2	0010	02	2
3	0011	03	3
4	0100	04	4
5	0101	05	5
6	0110	06	6
7	0111	07	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

진법 변환

- 2진수 \leftrightarrow 8진수: $2^3 = 8$

1100010110010001	\leftrightarrow _____	$\leftrightarrow (142621)_8$
0000110110000010	\leftrightarrow _____	$\leftrightarrow (006602)_8$
0110111000111010	\leftrightarrow _____	$\leftrightarrow (067072)_8$
0100111101111011	\leftrightarrow _____	$\leftrightarrow (047573)_8$

- 2진수 \leftrightarrow 16진수: $2^4 = 16$

1100010110010001	\leftrightarrow _____	$\leftrightarrow (C591)_{16}$
0000110110000010	\leftrightarrow _____	$\leftrightarrow (0D82)_{16}$
0110111000111010	\leftrightarrow _____	$\leftrightarrow (6E3A)_{16}$
0100111101111011	\leftrightarrow _____	$\leftrightarrow (4F7B)_{16}$

예제

- [예제 2-6] 진법 변환

(1) $(10110001101011)_2$ 를 8진수로

(2) $(10110001101011)_2$ 를 16진수로

(3) $(523)_8$ 을 2진수로

(4) $(D1AF)_{16}$ 을 8진수로

2^k

- 2^k

- $2^0 = 1$

$2^1 = 2$

$2^2 = 4$

$2^3 = 8$

- $2^4 = 16$

$2^5 = 32$

$2^6 = 64$

$2^7 = 128$

- $2^8 = 256$

$2^9 = 512$

- $2^{10} = 1024 = 1K$

$2^{16} = \underline{\hspace{2cm}}$

$2^{19} = \underline{\hspace{2cm}}$

- $2^{20} = 1\text{Mega}$

$2^{24} = \underline{\hspace{2cm}}$

$2^{27} = \underline{\hspace{2cm}}$

- $2^{30} = 1\text{Giga}$

$2^{32} = \underline{\hspace{2cm}}$

$2^{34} = \underline{\hspace{2cm}}$

- $2^{40} = 1\text{Tera}$

$2^{43} = \underline{\hspace{2cm}}$

$2^{47} = \underline{\hspace{2cm}}$

2^k 를 이용 10진수 구하기

- [예제 2-7] 10진수 구하기

- (1) $01001100 =$ _____
- (2) $10000011 =$ _____

- [예제 2-8]

- $2^{14} =$ _____ $2^{19} =$ _____ $2^{25} =$ _____
- $2^{28} =$ _____ $2^{32} =$ _____ $2^{43} =$ _____

2.3 진법 변환 요약

- 10진수를 R진수로 변환
 - 나누기 R: 몫과 나머지(R^k 자리의 수)
- 2^k 계산
 - $2^{10} = 1K$, $2^{20} = 1M$, $2^{30} = 1G$
- 2진수, 8진수, 16진수
 - $2^3 = 8$: 2진수를 3자리씩 읽으면 8진수
 - $2^4 = 16$: 2진수를 4자리씩 읽으면 16진수

2.4 코드

- 숫자 이외의 데이터를 2진수로 표현하는 방법
 - 문자 코드
 - 신호, 음성, 영상: AD 변환(샘플링) (생략)
- 구성
 - 2.4.1 인코드와 디코드
 - 2.4.2 이진화 십진코드
 - 2.4.3 문자 코드

2.4.1 인코드와 디코드

- 코드
 - 유한개의 원소로 구성된 집합에 대하여
 - 각 원소를 서로 구별할 수 있도록 각 원소에 부여하는 숫자
- 코드의 종류
 - 고정 길이 코드: 원소에 부여된 2진수의 길이가 같다.
 - 가변 길이 코드: 원소에 부여된 2진수의 길이가 다르다.
- 동작
 - 인코드(encode): 원소 기호 \rightarrow 코드
 - 디코드(decode): 코드 \rightarrow 원소 기호

코드 예제

{♠, ◇, ♥, ♣}에 대한 코드

집합의 원소	코드 1	코드 2	코드 3	코드 4
♠	0	1	00	101
◇	10	11	01	111
♥	110	111	10	110
♣	1110	1111	11	000

코드 예:

- 코드 1: ♣♥♠◇♥ → 1110_110_0_10_110 → ♣♥♠◇♥
- 코드 2: ♣♥♠◇♥ → 1111_111_1_11_111 → ???
- 코드 3: ♣♥♠◇♥ → 11_10_00_01_10 → ♣♥♠◇♥
- 코드 4: ♣♥♠◇♥ → 000_110_101_111_110 → ♣♥♠◇♥

고정길이 코드 비트 수

- 집합의 원소 수가 N 일 때,
고정길이 코드의 비트 수는? $\lceil \log_2 N \rceil$
- [예제 2-9] 집합의 원소 수에 대한 고정길이 코드의 최소 비트 수는?
 - (1) 8개
 - (2) 10개
 - (3) 16개
 - (4) 25개

2.4.2 이진화 십진 코드

- BCD (Binary Coded Decimal)

10 진수 기호	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8421 BCD 코드	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001
3초과 BCD 코드	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100

- 자보수(self-complementary) 특성
 - 보수: 0을 1로, 1을 0으로 바꾼 수
 - $[X + (X의\ 보수) = 9에\ 대한\ 코드]$ 인 특성
- [예제 2-10] $(1225)_{10}$
 - 8421 BCD 코드: _____
 - 3초과 BCD 코드: _____
- [예제 2-11] 10진수 2에 대한 자보수 특성 확인
 - BCD 코드:
 - 3초과 코드:

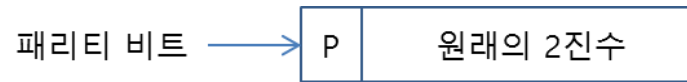
2.4.3 문자 코드

- ASCII(American Standard Code for Information Interchange)

b ₃ b ₂ b ₁ b ₀	b ₆ b ₅ b ₄							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

- [예제 2-12] “Good Morning!”

패리티 비트(parity bit)



- 패리티 비트
 - 데이터가 올바른지 검사하기 위하여 추가하는 비트
 - 짝수 패리티(even parity): 1의 개수가 되도록 추가하는 비트
 - 홀수 패리티(odd parity): 1의 개수가 되도록 추가하는 비트
- [예제 2-13] 짝수와 홀수 패리티 구하기
 - A = (아스키 코드) _____ (짝수) _____ (홀수) _____
 - T = (아스키 코드) _____ (짝수) _____ (홀수) _____

유니코드(Unicode)

- 유니코드
 - 세계 각국의 언어 표현
 - 국제적으로 통용되는 16비트 문자 체계
 - 1991년에 버전 1.0, 현재 2018년 11.0
- 배치
 - U+0000 ~ U+007F 영역에 영문자 배치
 - 이후 여러 나라 문자
 - 한글은 U+AC00부터 U+D7A3까지 11,172 글자 정의
 - 문서편집기의 문자표에서 유니코드확인 가능
- [예제 2-14]
 - 홍길동: _____

2.4 코드 요약

- 코드
 - 유한 개의 원소로 구성된 집합의 원소에
 - 각 원소를 구별할 수 있도록 부여한 숫자
- 동작
 - 인코드(encode): 원소에 대하여 숫자를 부여하는 과정
 - 디코드(decode): 숫자를 보고 원래의 원소를 찾는 과정
- 자주 사용되는 코드
 - BCD (Binary-Coded Decimal)
 - 문자 코드: 아스키 코드, 유니코드

02. 데이터 표현 요약

- 2.1 디지털 시스템

- A/D 변환기, D/A 변환기
- 이진 시스템: 비트(bit), 바이트(byte)

- 2.2 수의 체계

- 무게 수(weighted code)
- 진법 변환, 2진수, 8진수, 16진수

$$V(N) = A_{n-1} \times R^{n-1} + A_{n-2} \times R^{n-2} + \cdots A_{-m} \times R^{-m}$$
$$= \sum_{k=-m}^{n-1} A_k \times R^k$$

- 2.3 코드

- 인코드/디코드
- BCD, ASCII

- 제3장 논리회로 기초

- 논리연산 규칙(부울 대수)
- 논리회로 동작 표현(논리식, 논리회로도, 진가표)
- 여러 가지 논리 게이트 소개