

The Not So Short Introduction to $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$

Chapter 3~4
수식 조판하기
특별한 기능

KINS

2012년 12월 31일

제 3장

수식 조판하기

준비 사항

수식을 조판하기 전에 꼭 사용해야 하는 패키지가 있다. 바로 $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ - $\mathcal{L}\mathcal{A}\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$ 의 패키지 형태인 `amsmath`이다.

수식 조판을 할 일이 있다면 항상 이 패키지를 로드해놓는 습관을 들이자.

```
\usepackage{amsmath}
```

기본 사항

수식은 두 가지 형태로 식자할 수 있는데, 본문 중간에서 쓰이는 inline 형식과 별도 단락을 사용하는 display 형식이 있다.

- ▶ $\$$ $\$$ 사이에 들어가는 모든 것은 inline 수식으로 취급된다.
- ▶ $\backslash[\backslash]$ 사이에 들어가는 모든 것은 display 수식으로 취급된다.

inline 수식과 display 수식은 식자하는 방식이 조금 다르다.

기본 사항

우리는 $\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$ 임을 알고 있다.

우리는 $\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$ 임을 알고 있다.

우리는 $\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$ 임을 알고 있다.

우리는

$$\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$$

임을 알고 있다.

수식모드와 텍스트모드의 차이

- ▶ 수식 모드 안에서 모든 텍스트는 '변수'로 처리되어 *italic* 폰트로 식자된다. 끝은 글자를 쓰고 싶다면 `\mathrm{}`, `\textrm{}` 등의 명령어를 써야 한다.
- ▶ 입력파일의 모든 여백은 무시된다. 여백을 주기 위해서는 특수한 명령어 `~`, `\,`, `\;`, `\:`, `\quad`, `\qquad` 등을 사용해야 한다.
- ▶ 입력파일의 빈 줄은 허용되지 않는다. 즉, 수식을 여러 문단에 걸쳐 적을 수 없다.

수식 번호 넣기

단일 display수식에 번호를 넣으려면

```
\begin{equation}
```

수식

```
\end{equation}
```

환경을 사용한다. 수식 번호는 문서 클래스에 따라 수식 우측에 자동으로 붙여진다.

equation은 번호를 붙이는 환경이므로 `\label{}`명령과 `\ref{}`명령 또는 `\eqref{}`을 이용해서 참조할 수 있다.

수식 번호 넣기

우리는

```
\begin{equation}\label{sum}
\sum_{k=1}^n k
=\frac{n(n+1)}{2}
\end{equation}
임을 알고 있다. 식 \ref{sum}
에서\ldots
```

우리는

$$\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2} \quad (1)$$

임을 알고 있다. 식 ?? 에
서...

eqnarray환경

여러 줄에 걸친 수식을 입력하고자 한다면 eqnarray환경을 써야 한다. *이 환경은 rcl형태의 표처럼 동작한다.*

```
\begin{eqnarray}
수식 & 수식 & 수식 \\
수식 & 수식 & 수식 \\
...
\end{eqnarray}
```

eqnarray환경에서는 각 줄에 있는 수식마다 번호를 자동으로 붙인다. 번호 붙이기를 원하지 않으면 `\begin{eqnarray*}`환경을 쓰거나 번호가 붙지 않길 원하는 행의 `\\` 바로 앞에 `\nonumber`명령을 쓰면 된다.

eqnarray 환경

다음은 자명하다:

```
\begin{eqnarray}
F &= & ma \\
E &= & mc^2 \\
F &= & \frac{GMm}{r^2}.
\end{eqnarray}
```

아주 쉽다.

다음은 자명하다:

$$F = ma \quad (2)$$

$$E = mc^2$$

$$F = \frac{GMm}{r^2}. \quad (3)$$

아주 쉽다.

align환경

amsmath패키지에 정의된 align환경은 여러 줄에 걸친 수식을 하나의 기준으로 정렬해 식자해준다. 행의 끝은 \\으로 나타내며, 정렬 기준 (열 나눔)은 &으로 한다. **한 행에 &는 꼭 한 번만 와야 한다.**

```
\begin{align}
```

```
x^2+2x+1&=0\\
```

$$x^2 + 2x + 1 = 0 \quad (4)$$

```
(x+1)^2&=0\\
```

$$(x + 1)^2 = 0 \quad (5)$$

```
x&=-1
```

$$x = -1 \quad (6)$$

```
\end{align}
```

\nonumber과 별표 붙은 환경 align*은 eqnarray환경에서와 같은 방식으로 작동한다.

gather환경

gather 환경은 amsmath 패키지에 정의되어 있으며 여러 줄에 걸친 수식을 가운데 정렬해주는 환경이다. 각 행은 \\로 구분하며, **열을 구분하는 인자는 없다.**

```
\begin{gather}
```

$$1 \\ \qquad \qquad \qquad 1 \qquad \qquad \qquad (7)$$

$$x+y \\ \qquad \qquad \qquad x + y \qquad \qquad \qquad (8)$$

$$x^2+2xy+y^2 \\ \qquad \qquad \qquad x^2 + 2xy + y^2 \qquad \qquad \qquad (9)$$

$$x^3+3x^2y+3xy^2+y^3 \\ \qquad \qquad \qquad x^3 + 3x^2y + 3xy^2 + y^3 \qquad \qquad \qquad (10)$$

```
\end{gather}
```

\nonumber명령어와 별표 붙은 환경 gather*역시 같은 방법으로 작동한다.

multiline환경

amsmath패키지에 정의된 multiline환경은 한 줄에 쓸 수 없는 긴 수식을 여러 줄에 걸쳐 식자할 때 유용하다. 수식의 행 나눔은 \\ 명령어를 사용하며 열 나눔은 없다. 이 때, 첫 행은 좌측정렬, 마지막 행은 우측정렬되고 나머지는 가운데정렬된다. 수식번호는 자동으로 마지막행에만 붙는다.

```
\begin{multiline}
(v+w+x+y+z)^2=v^2+w^2+x^2+y^2+z^2\\
+2vw+2vx+2vy+2vz+2wx+2wy\\+2wz+2xy+2xz+2yz
\end{multiline}
```

$$\begin{aligned}(v + w + x + y + z)^2 &= v^2 + w^2 + x^2 + y^2 + z^2 \\ &+ 2vw + 2vx + 2vy + 2vz + 2wx + 2wy \\ &+ 2wz + 2xy + 2xz + 2yz \quad (11)\end{aligned}$$

Remark

- ▶ 문서클래스의 option 중, leqno는 수식번호를 수식 왼쪽에 식자한다.
- ▶ fleqn옵션을 사용하면 display형태의 수식이 왼쪽 정렬된다.
- ▶ 긴 수식을 정렬할 때, 수식을 어느 시점에서 다음 줄로 넘겨야 할지는 사람이 결정해야 한다.

주요 명령어

- ▶ 위첨자와 아래첨자는 $\hat{\ }$ 와 $_$ 를 사용하여 나타낸다. 이 때, 한 문자 이상이 첨자로 들어가게 하려면 중괄호 $\{\}$ 로 묶어주어야 한다. 또한, 첨자 자리에 여러 줄에 걸친 수식을 쓰려면 `amsmath` 패키지의 `\substack{\}`명령어를 쓴다. `substack`안에서 줄바꿈은 `//`명령어를 사용한다.
- ▶ `\overbrace{\}^{\}`와 `\underbrace{\}_`는 각각 수식의 위,아래에 수평 중괄호를 입력해준다.
- ▶ 이항계수는 `amsmath`패키지의 `\binom{\}{\}`명령을 사용한다.

주요 명령어

- ▶ mod기호는 amsmath패키지의 `\pmod{}`혹은 `\mod{}`명령어를 쓴다.
- ▶ `cfrac{ }{ }`은 연분수를 쓸 때 사용하면 된다.
- ▶ 각종 함수의 이름은 변수와 구분되도록 곧은 글꼴(roman)로 표기해야 한다. ($\sin\theta(x)$, $\sin\theta(o)$)
사용자의 편의를 위해 \LaTeX 은 몇몇 함수를 미리 명령어로 지정해놓았는데, lshort 53페이지에 미리 정의된 함수의 목록이 있다.

예시

```
\begin{eqnarray*}
n&=&\underbrace{1+1+\cdots+1}_{n\text{번}}\\
\binom{n}{m}&=&\frac{n!}{m!(n-m)!}\\
T^{\mu}_{\nu}&=&g_{\nu\eta}\rho U^{\mu}U^{\eta}\\
c^2&=&a^2+b^2-2ab\cos\theta
\end{eqnarray*}
```

$$n = \underbrace{1 + 1 + \cdots + 1}_n$$

$$\binom{n}{m} = \frac{n!}{m!(n-m)!}$$

$$T_{\nu}^{\mu} = g_{\nu\eta}\rho U^{\mu}U^{\eta}$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\theta$$

예시

```
\begin{align*}x&=\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\ddots}}}\backslash \\ 1&\equiv 10 \pmod{3}\backslash \\ \frac{\pi^2}{3}&= \\ \sum_{\substack{n \in \mathbb{Z} \\ n \neq 0}} \frac{1}{n^2} \\ \end{align*}
```

$$x = \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \ddots}}}$$

$$1 \equiv 10 \pmod{3}$$

$$\frac{\pi^2}{3} = \sum_{\substack{n \in \mathbb{Z} \\ n \neq 0}} \frac{1}{n^2}$$

짜맞춤

수학 모드에서 짜맞춤(괄호로 묶기)는 가독성을 높이는 중요한 요소이다.

$$1 + \left(\frac{1}{1+x^2}\right)^2 \quad \text{vs.} \quad 1 + \left(\frac{1}{1+x^2}\right)^2$$

이렇게 적절한 짜맞춤은 `\left...`와 `\right...`를 사용하여 할 수 있다.

이 때, `\left`를 사용했다면 반드시 `\right`로 닫아주어야 한다.

오른쪽 짜맞춤 요소를 식자하기 싫은 경우 논리적 짜맞춤기호인 `\right.`를 쓴다.

짜맞춤-예시

```
\begin{eqnarray*}
\left| \frac{1}{2}\psi \right\rangle &= \frac{1}{2} \left| \psi \right\rangle \\
\left\{ 1 - \left( \frac{x}{x-1} - 1 \right) \right\}^2 & \\
&= \left( \frac{x-2}{x-1} \right)^2 \\
\end{eqnarray*}
```

$$\left| \frac{1}{2}\psi \right\rangle = \frac{1}{2} |\psi\rangle$$

$$\left\{ 1 - \left(\frac{x}{x-1} - 1 \right) \right\}^2 = \left(\frac{x-2}{x-1} \right)^2$$

수학 글꼴

수학 모드에서만 사용할 수 있는 글꼴이 있다. 이들 중 대부분은 `amssymb` 또는, `amsfonts`패키지를 필요로 하며 `\mathscr{}`의 경우 `mathrsfs`패키지를 필요로 한다.

보기	명령어	명칭
ABCDEabcde12345	<code>\mathrm{...}</code>	Roman
ABCDEabcde12345	<code>\mathbf{...}</code>	Boldface
ABCDE∂∫∫∫∫∫	<code>\mathbb{...}</code>	Blockboard bold
<i>ABCDE</i> ∪ ∩ ∏ ∞ ∈ ∃ Δ ∇	<code>\mathcal{...}</code>	Calligraphic
<i>A B C D E</i>	<code>\mathscr{...}</code>	Script
A B C D E abcde12345	<code>\mathfrak{...}</code>	Fraktur

이제 기본적인 수식을 입력할 준비는 모두 끝났다. 남은 문제는 원하는 기호의 \LaTeX 코드를 모르는 경우가 많다는 것인데, 다음 두 곳이 도움이 된다.

- ▶ lshort 63페이지에서 69페이지에는 거의 모든 수학 연산과 꾸밈기호, 짝맞춤기호가 나와 있다.
- ▶ 위에서 찾지 못한 것은 <http://detexify.kirelabs.org/>에서 찾을 수 있을 것이다.

▶ 연습문제 1. 다음을 식자하시오.

$$i\hbar \frac{d}{dt} |\Psi(t)\rangle = \mathcal{H}(t) |\Psi(t)\rangle \quad (1)$$

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = 8\pi GT_{\mu\nu}$$
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0} \quad (2)$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \frac{1}{c} \left(4\pi \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \quad (3)$$

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} \quad (4)$$

$$\wp(z) = \frac{1}{z^2} + \sum_{\omega \in \Lambda^*} \left(\frac{1}{(z + \omega)^2} - \frac{1}{\omega^2} \right) \quad (5)$$

행렬과 조건식 조판

이제 array형태의 수식 입력에 대해 알아보자. 이것을 배우면 행렬과 조건식을 식자할 수 있다. array형태의 수식을 입력하려면 수학 모드에서 array 환경을 사용한다.

```
\[
\begin{array}{ array format }
.....&.....&.....&.....\\
&...&...&...\\
...
\end{array}
\]
```

array환경의 작동방식은 tabular와 아주 유사하다. array format의 자리엔 tabular와 마찬가지로 r, l, c와 열 구분자가 들어간다.

행렬과 조건식 조판 - 예시

```
\[  
\mathbf{M}=  
\left[  
\begin{array}{cc}  
a&b\\  
c&d  
\end{array}  
\right]  
\]
```

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$

행렬과 조건식 조판

조건이 붙은 식을 조판하는 것 역시 비슷한 원리이다.

```
\[
```

```
\chi_A (x)=
```

```
\left\{
```

```
\begin{array}{ccc}
```

```
1& \text{trm}{if} & x\in A \ \ \
```

```
0& \text{trm}{if} & x\notin A
```

```
\end{array}
```

```
\right.
```

```
\]
```

$$\chi_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in A \\ 0 & \text{if } x \notin A \end{cases}$$

이 때, 짝맞춤을 위해 오른쪽을 `\right.`로 꼭 닫아야 한다.

cases환경

앞에서 한 것 처럼 복잡하게 조건식을 조판할 수도 있지만, amsmath 패키지에 있는 cases환경을 쓰면 대단히 편리하게 할 수도 있다. cases 환경은 **수식 환경 안에서만 작동**하며, 다음과 같이 쓴다.

```
\[
\chi_A (x)=
\begin{cases}
1 & \text{if } x \in A \\
0 & \text{if } x \notin A
\end{cases}
\end{cases}
\]
```

$$\chi_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in A \\ 0 & \text{if } x \notin A \end{cases}$$

이 때, cases환경 내의 `\text{}`명령어 안에서 수식을 쓰려면 수식 환경을 안에 써야 한다.

matrix환경

행렬 조판 역시 amsmath패키지의 pmatrix, bmatrix, vmatrix환경을 쓰면 편리하다. **이들 환경은 array와 동작 방식이 같지만 format 인자를 받지 않으며** 입력에 따라 자동으로 크기가 조절된다.

```
\begin{align*}
A&=
\begin{pmatrix}
a & b & c \\
d & e & f
\end{pmatrix} \\
B &= \begin{bmatrix}
2 & 3 \\
5 & 7
\end{bmatrix}
\end{align*}
```

$$A = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 5 & 7 \end{bmatrix}$$

- ▶ 연습문제 2. 다음을 조판하시오.

$$\mathbf{M} = \left[\begin{array}{c|ccc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & a & b & 0 \\ 0 & c & d & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right]$$

[**HINT.** `\multicolumn{}{}{} 명령어를 활용한다.`]

정리와 법칙

정리, Lemma, 정의 또는 이와 유사한 (numbering 이 필요한) 요소를 조판하는 방법을 알아보자.

\LaTeX 은 이러한 요소를 사용자가 정의한 numbered environment로 이해한다. 즉 각 요소에 대한 새로운 환경을 다음과 같이 만들어주어야 한다.

정리와 법칙

새로운 정리와 법칙 환경을 선언하는 방법은 다음과 같이 두 가지이다.

▶ **Type 1.**

```
\newtheorem{ name }{ text }[ reset ]
```

▶ **Type 2.**

```
\newtheorem{ name }[ counter ]{ text }
```

이렇게 선언된 정리와 법칙 환경을 본문에서 사용하려면 다음과 같이 한다.

```
\begin{ name }[ description ]  
...contents...  
\end{ name }
```

정리와 법칙

- ▶ **Type 1.** `\newtheorem{ name }{ text }[reset]`
- ▶ **Type 2.** `\newtheorem{ name }[counter]{ text }`

인자	설명
name	새로 정의될 환경이 가질 \LaTeX 입력 파일 상에서의 호출이름 이다.
text	환경이 본문에서 쓰였을 때, 실제로 문서에 찍힐 말머리 이다.
reset	환경의 카운터가 의존할 이미 정의된 카운터를 지정한다. reset에 해당하는 카운터가 바뀔 때 마다 해당 환경 카운터가 초기화된다.
counter	환경이 공유할, 이미 정의된 카운터를 지정한다.

정리와 법칙

- ▶ **Type 1.** 방식으로 선언하면, \LaTeX 은 새 환경을 정의함과 동시에 `name`을 이름으로 하는 새로운 카운터를 만들고 이 카운터를 `reset`이라는 카운터에 종속시킨다.
- ▶ **Type 2.** 방식으로 선언하면 \LaTeX 은 새 환경을 정의하지만 카운터는 생성하지 않으며, 해당 환경의 `numbering`은 `counter` 인자가 지정한 카운터를 그대로 이어받는다.

정리와 법칙 -예시

```
\newtheorem{thm}{Theorem}[section]
\newtheorem{cor}[thm]{Corollary}
\newtheorem{hhh}{Definition}[section]
\begin{hhh}
생각할 수 있는 동물을 사람이라 한다.
\end{hhh}
\begin{thm}
모든 사람은 죽는다.
\end{thm}
\begin{cor}[소크라테스]
소크라테스는 죽는다.
\end{cor}
```

Definition

생각할 수 있는 동물을
사람이라 한다.

Theorem

모든 사람은 죽는다.

Corollary (소크라테스)

소크라테스는 죽는다.

제 4장

특별한 기능

참고문헌 만들기

참고문헌 목록을 만들기 위해서는 thebibliography 환경을 쓴다.

```
\begin{thebibliography}{ n }  
\bibitem[ label ]{ marker } .....  
\bibitem[ label ]{ marker } .....  
...  
\end{thebibliography}
```

- ▶ 인자 n은 참고문헌의 갯수가 n개 이하임 명시하는 것이다.
- ▶ 참고문헌을 본문에서 인용하려면 \cite{ marker } 명령을 사용한다.

참고문헌 만들기 - 예시

박승쿵은 2011년 논문 `\cite{park}` 에서 골드바흐의 추측을 증명하였다.

```
\begin{thebibliography}{5}
\bibitem{park} Park. S,
\emph{Ann. of Math.,}
\textbf{999}, 99, (2011)
\end{thebibliography}
```

박승쿵은 2011년 논문 [?] 에서 골드바흐의 추측을 증명하였다.



Park. S, **Ann. of Math.**, **999**, 99, (2011)

BibTeX의 사용

다음과 같은 절차로 참고문헌목록을 쉽게 만들 수 있다.

1. .bib (bibliography database)파일을 작성한다. 대부분의 저널은 각 논문에 대해 bibtex으로 export할 수 있게 되어 있다.
2. .bst (bibliography style)파일을 작성한다. 이것 역시 각 저널마다 만들어 놓은 양식이 있다.
3. .tex 문서를 작성하면서 인용을 원하는 곳에 `\cite{}`명령을 이용해 인용한다.
4. .tex 문서에서 참고문헌목록이 들어갈 곳에 `\bibliography{.bib 파일 이름}`과 `\bibliographystyle{.bst 파일 이름}`을 적는다.
5. pdfL^AT_EX → BibT_EX → pdfL^AT_EX → pdfL^AT_EX순으로 컴파일한다.

하이퍼텍스트링크와 책갈피

문서 내에서 상호참조한 부분이나 외부 링크를 인용한 곳에 하이퍼링크를 만들어주는 도구가 있다. 이를 이용하려면,

```
\usepackage{dhucs-ucshyper}
```

패키지를 사용한다. 이 패키지를 로드하면 모든 상호참조에 자동으로 하이퍼링크가 생성되고 .pdf출력물에 책갈피가 자동 생성된다.

하이퍼텍스트링크와 책갈피

또한, 추가적으로 `\href{ link }{ appearance }` 명령을 쓸 수 있다.

```
\href{http://www.kaist.ac.kr}{눌러보세요}
```

눌러보세요

Beamer

Beamer 클래스를 사용하면 \LaTeX 으로 발표용 슬라이드를 만들 수 있다.

```
\documentclass[ option ]{beamer}
```

Beamer

Beamer 클래스를 사용하면 \LaTeX 으로 발표용 슬라이드를 만들 수 있다.

```
\documentclass[ option ]{beamer}
```

하지만 아주 특별한 경우가 아니라면 ppt를 쓰는 편이 좋다.

- ▶ 숙제 2. 다음 문서를 조판하시오.