KIAS LaTeX특강

사람들이 잘 모르는 TeX 팁들

권현우

2018년 11월 16일

서강대학교 수학과/KTUG

저에 대하여...

- 오늘 강의안은 제 홈페이지 willkwon.dothome.co.kr (Note 페이지)에서 확인 가능합니다.
- PDE 전공 4학기 (advisor: 김현석 교수)
- TEX 경력: 6년 (since 2013)

저에 대하여...

- 오늘 강의안은 제 홈페이지 willkwon.dothome.co.kr (Note 페이지)에서 확인 가능합니다.
- PDE 전공 4학기 (advisor: 김현석 교수)
- TEX 경력: 6년 (since 2013)

~~수학을 못하는게 문제지만...~~ 텍을 가지고 여러가지 일을 해왔습니다

Editors

Sun Young Jang, University of Ulsan
Young Rock Kim, Hankuk University of Foreign Studies
Dae-Woong Lee, Chonbuk National University
Ikkwon Yie, Inha University

Technical Editors

Young Rock Kim, The Korean TEX Society
Hyun Woo Kwon, The Korean TEX Society

Figure 1: Seoul ICM 2014 LATEX Technical editor: Proceeding, Abstract book, Program book

Graduate Student Seminar

2018.10.29 Mon. 5:00 R1418

Pak Tung Ho 교수 서강대학교 수학과

Eigenvalue in Riemannian Geometry

Abstract

I will first talk about the eigenvalues of a bounded domain in Euclidean space. Some properties and problems related to the eigenvalues will be mentioned. I will then explain about the concept of Riemannian manifolds, and talk about the eigenvalues of a Riemannian manifold.

This talk will be accessible to students who have learned multivariable calculus.

Everyone is welcome!
More information: sggradmath.dothome.co.kr

Contact: 권현우 (R1416)
willkwon@sogang.ac.kr

서강대학교 SOGANG UNIVERSITY BK21플러스

1 복소수

학습 목표 복소수의 뜻을 알고 그 성질을 이해한다.
복소수의 사칙계산을 할 수 있다.

복소수

생각 열기

방정식 $x^2+1=0$의 해에 대하여 알아보자.

탐구 1 $x^2+1=0$,을 만족시키는 실수 x가 있는지 말해보자.

탐구 2 탐구 1과 같이 답한 이유를 말해 보자.

제곱해서 음수가 되는 실수는 없으므로 방정식 $x^2+1=0$은 실수의 범위에서 해를 갖지 않는다.

방정식 $x^2+1=0$이 해를 갖도록 수의 범위를 확장해 보자.
제곱하여 -1이 되는 새로운 수를 생각하여 이것을

$$i$$

로 나타내고 허수단위라고 한다. 즉,

i는 허수단위를 뜻하는 imaginary unit의 첫 글자이다.

$$i^2=-1$$

이며, 제곱해서 -1이 된다는 뜻으로 $i=\sqrt{-1}$로 나타내기도 한다.

실수 a, b에 대하여

$$a+bi$$

의 꼴의 수를 복소수라고 한다. 이때 a를 $a+bi$의 실수부분, b를 $a+bi$의 허수부분이라고 한다.

복소수 $a+bi$에서 $a=0$일 때, $0+bi$는 간단히 bi로 나타내고, $0i=0$으로 정의한다.
또 $b=0$일 때, $a+0i$는 a이므로 실수도 복소수이다.
한편 $b\neq 0$일 때, $a+bi$는 실수가 아닌 복소수이다. 실수가 아닌 복소수를 허수라고 한다.

이상으로부터 복소수는 다음과 같이 분류할 수 있다.

$$\text{복소수 } a+bi \begin{cases} \text{실수 } a & (b=0) \\ \text{허수 } a+bi & (b\neq 0) \end{cases} \quad (a, b\text{는 실수})$$

오일러(Euler, L.; 1707~1783) 스위스의 수학자로 허수를 나타내기 위한 기호 i를 처음 사용하였다.

문제 1 다음 복소수 중에서 실수와 허수를 각각 찾아라.

(1) $2+3i$ (2) $5+0i$
(3) $\sqrt{(-7)^2}$ (4) $7i$

두 복소수에서 실수부분은 실수끼리, 허수부분은 허수부분끼리 서로 같을 때, 두 복소수는 서로 같다고 한다. 즉 두 복소수 $a+bi$, $c+di(a, b, c, d$는 실수)에 대하여

$$a=c,\ b=d\text{일 때, } a+bi=c+di$$

이다. 특히 $a=0, b=0$일 때 $a+bi=0$이다.

$3-4i=3+(-4)i$

보기 a, b가 실수일 때, $a+bi=3-4i$이면 $a=3, b=-4$이다.

문제 2 다음 등식이 성립하도록 실수 a, b의 값을 정하여라.

(1) $a+bi=1+2i$ (2) $a+bi=-3+i$
(3) $3+bi=a-4\sqrt{2}i$ (4) $a=5+bi$

복소수 $a+bi$ (a, b는 실수)에 대하여 허수부분의 부호를 바꾼 복소수 $a-bi$를 $a+bi$의 켤레복소수라고 하며, 이것을 기호로

$$\overline{a+bi}$$

와 같이 나타낸다. 즉

$$\overline{a+bi}=a-bi$$

이다. 또

$$\overline{a-bi}=a+bi$$

이므로 두 복소수 $a+bi$와 $a-bi$는 서로 켤레복소수이다.

보기 $\overline{2+i}=2-i$, $\overline{6}=6$, $\overline{-3-5i}=-3+5i$, $\overline{-3i}=3i$

문제 3 다음 복소수의 켤레복소수를 구하여라.

(1) $1-4i$ (2) $-3+2i$
(3) -5 (4) $-2\sqrt{5}i$

(4) 극한 $\lim_{h\to 0}\frac{f(h)-f(0)}{h}=\lim_{h\to 0}\frac{1}{h}\sin h$이 존재하지 않기 때문에 함수 f는 $x=0$에서 미분계수가 존재하지 않는다.

6. $f(x)$는 $x=0$에서만 미분 불가능이다.

7. (1) 도함수의 정의를 이용하면

$$\begin{aligned} f'(x) &= \lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)-f(x)}{h}=\lim_{h\to 0}\frac{\sqrt{x+h}-\sqrt{x}}{h} \\ &= \lim_{h\to 0}\frac{\sqrt{x+h}-\sqrt{x}}{h}\cdot\frac{\sqrt{x+h}+\sqrt{x}}{\sqrt{x+h}+\sqrt{x}} \\ &= \lim_{h\to 0}\frac{1}{\sqrt{x+h}+\sqrt{x}}=\frac{1}{2\sqrt{x}} \end{aligned}$$

(2) 도함수의 정의를 이용하면

$$\begin{aligned} f'(x) &= \lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)-f(x)}{h}=\lim_{h\to 0}\frac{\frac{1}{x+h}-\frac{1}{x}}{h} \\ &= \lim_{h\to 0}\frac{-1}{x(x+h)}=-\frac{1}{x^2} \end{aligned}$$

1.2 미분법

1.1절에서 이미 언급한 바와 같이 주어진 함수 $f(x)$로부터 그의 도함수 $f'(x)$를 구하는 연산 방법을 미분법[2]이라고 한다. 도함수의 정의에 의해 매번 함수의 극한을 통하여 주어진 함수의 도함수를 얻는 것은 다소 복잡할 수 있다. 따라서 자주 쓰이는 함수에 대해서 정형화된 도함수 공식을 얻어 놓고, 이들을 필요로 하는 경우에 이를 이용하여 도함수를 찾는다면 보다 편리하게 주어진 함수의 도함수를 구할 수 있을 것이다. 이를 위해 먼저 이 절에서는 미분법과 관련한 도함수의 여러 공식들을 소개한다.

1.2.1 기초 미분법

가장 간단한 형태인 상수함수 $f(x)=c$의 도함수에 대해 알아보자. 이 함수의 그래프는 x축과 평행한 직선 $y=c$이므로 기울기가 0, 즉 $f'(x)=0$이어야 한다. 이는 도함수의 정의를 이용하여 다음과 같이 간단히 구할 수 있다.

$$f'(x)=\lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)-f(x)}{h}=\lim_{h\to 0}\frac{c-c}{h}=\lim_{h\to 0}0=0.$$

2) 미분법의 정의(7쪽 참조)

또한 항등함수 $f(x)=x$의 그래프는 기울기가 1인 직선 $y=x$이므로 그 도함수는 $f'(x)=1$임을 알 수 있다.

$$f'(x)=\lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)-f(x)}{h}=\lim_{h\to 0}\frac{(x+h)-x}{h}=\lim_{h\to 0}\frac{h}{h}=1.$$

다음 정리 1.6 에서는 일반적으로 거듭제곱함수 $f(x)=x^n$ (n은 양의 정수)에 대한 도함수를 소개하고, 그것이 도함수의 정의로부터 어떻게 얻어졌는지를 자세히 살펴본다.

정리 1.6

양의 정수 n에 대하여 $f(x)=x^n$의 도함수는 $f'(x)=nx^{n-1}$이다.

증명 $f(x)=x^n$ (n : 양의 정수)일 때, 도함수의 정의와 이항정리[3]로부터

$$\begin{aligned} f'(x) &= \lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)-f(x)}{h}=\lim_{h\to 0}\frac{(x+h)^n-x^n}{h} \\ &= \lim_{h\to 0}\frac{\left(x^n+nx^{n-1}h+\frac{n(n-1)}{2!}x^{n-2}h^2+\cdots+nxh^{n-1}+h^n\right)-x^n}{h} \\ &= \lim_{h\to 0}\left(nx^{n-1}+\frac{n(n-1)}{2!}x^{n-2}h+\cdots+nxh^{n-2}+h^{n-1}\right) \\ &= nx^{n-1} \end{aligned}$$

이 성립한다. □

하나의 함수에 상수배를 하거나, 두 함수를 더하고 빼고 곱하고 나누어서 얻어지는 새로운 함수에 대한 도함수를 살펴보자.

3) 양의 정수 n에 대하여 $(a+b)^n$을 전개하여 간단히 하면

$$(a+b)^n=\sum_{r=0}^{n}{}_nC_r a^{n-r}b^r \quad 또는 \quad (a+b)^n=\sum_{r=0}^{n}{}_nC_r a^r b^{n-r} \tag{1.11}$$

과 같이 나타낼 수 있다. 이때 식 (1.11)를 일컬어 **이항정리**(binomial theorem)라 한다. 여기서 ${}_nC_r$ $(n\ge r)$은 **조합**(combination)의 수로서

$${}_nC_r=\frac{n!}{r!(n-r)!},\quad {}_nC_r={}_nC_{n-r},\quad {}_nC_0=1\quad (n\ge r)$$

을 의미한다.

정리 1.7

두 함수 $f(x)$와 $g(x)$가 모두 미분가능하고, c는 상수라 하자.

(1) $(cf(x))' = cf'(x)$

(2) $(f(x) \pm g(x))' = f'(x) \pm g'(x)$ (복호동순)

(3) $(f(x)g(x))' = f'(x)g(x) + f(x)g'(x)$ (곱의 미분법)

(4) $\left(\dfrac{f(x)}{g(x)}\right)' = \dfrac{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)}{(g(x))^2}$ 단, $g(x) \neq 0$ (몫의 미분법)

증명 (1) 도함수의 정의와 정리 **??**로부터 다음이 성립한다.

$$(cf(x))' = \lim_{h\to 0} \frac{cf(x+h) - cf(x)}{h} = c\lim_{h\to 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} = cf'(x)$$

(2) 도함수의 정의와 정리 **??**로부터 다음이 성립한다.

$$\begin{aligned}(f(x)+g(x))' &= \lim_{h\to 0} \frac{\big(f(x+h)+g(x+h)\big) - \big(f(x)+g(x)\big)}{h} \\ &= \lim_{h\to 0}\left(\frac{f(x+h)-f(x)}{h} + \frac{g(x+h)-g(x)}{h}\right) \\ &= \lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)-f(x)}{h} + \lim_{h\to 0}\frac{g(x+h)-g(x)}{h} \\ &= f'(x) + g'(x)\end{aligned}$$

또한, (1)과 위 결과로부터 다음이 성립한다.

$$(f(x) - g(x))' = (f(x) + (-g(x)))' = f'(x) + (-g(x))' = f'(x) - g'(x).$$

(3) 도함수의 정의와 정리 **??**로부터 다음이 성립한다.

$$\begin{aligned}(f(x)g(x))' &= \lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)g(x+h) - f(x)g(x)}{h} \\ &= \lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)g(x+h) - f(x+h)g(x) + f(x+h)g(x) - f(x)g(x)}{h} \\ &= \lim_{h\to 0}\left(f(x+h)\frac{g(x+h)-g(x)}{h} + g(x)\frac{f(x+h)-f(x)}{h}\right) \\ &= \lim_{h\to 0} f(x+h)\cdot\lim_{h\to 0}\frac{g(x+h)-g(x)}{h} + \lim_{h\to 0} g(x)\cdot\lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)-f(x)}{h} \\ &= f(x)g'(x) + g(x)f'(x)\end{aligned}$$

정리 1.4로부터 함수 $f(x)$가 연속이기 때문에 위 식의 마지막 등식이 성립한다.

(4) 도함수의 정의와 정리 **??**로부터 다음이 성립한다.

$$\begin{aligned}\left(\frac{f(x)}{g(x)}\right)' &= \lim_{h\to 0}\frac{\dfrac{f(x+h)}{g(x+h)} - \dfrac{f(x)}{g(x)}}{h} = \lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)g(x) - f(x)g(x+h)}{hg(x+h)g(x)} \\ &= \lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)g(x) - f(x)g(x) + f(x)g(x) - f(x)g(x+h)}{hg(x+h)g(x)} \\ &= \lim_{h\to 0}\frac{\dfrac{f(x+h)-f(x)}{h}g(x) - f(x)\dfrac{g(x+h)-g(x)}{h}}{g(x+h)g(x)} \\ &= \frac{\lim\limits_{h\to 0}\dfrac{f(x+h)-f(x)}{h}\cdot\lim\limits_{h\to 0} g(x) - \lim\limits_{h\to 0} f(x)\cdot\lim\limits_{h\to 0}\dfrac{g(x+h)-g(x)}{h}}{\lim\limits_{h\to 0} g(x+h)\cdot\lim\limits_{h\to 0} g(x)} \\ &= \frac{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)}{(g(x))^2}\end{aligned}$$

정리 1.4로부터 함수 $g(x)$가 연속이기 때문에 위 식의 마지막 등식이 성립한다. □

예제 1.8 다음 함수의 도함수를 구하시오.

(1) $f(x) = 5x^3 + 4x^2 - 3x + 2$ (2) $f(x) = (2x+1)(x^2 - 2x + 3)$

(3) $f(x) = \dfrac{x^2+1}{x^4+3x}$ (4) $f(x) = \dfrac{3x^2 - 5x}{x}$

풀이 (1) 정리 1.7의 미분공식을 적용하면 $f'(x) = 15x^2 + 8x - 3$을 얻는다.

(2) 정리 1.7(3)의 미분공식을 적용하면

$$f'(x) = 2(x^2 - 2x + 3) + (2x+1)(2x-2) = 6x^2 - 6x + 4$$

을 얻는다.

(3) 정리 1.7(4)의 미분공식을 적용하면

$$\begin{aligned}f'(x) &= \frac{(x^4+3x)(x^2+1)' - (x^2+1)(x^4+3x)'}{(x^4+3x)^2} \\ &= \frac{(x^4+3x)(2x) - (x^2+1)(4x^3+3)}{(x^4+3x)^2} \\ &= \frac{-2x^5 - 4x^3 + 3x^2 - 3}{(x^4+3x)^2}\end{aligned}$$

을 얻는다.

(4) 정리 1.7(4)의 미분공식을 적용하면

$$f'(x) = \frac{x(3x^2-5x)' - (3x^2-5x)(x)'}{x^2} = \frac{x(6x-5)-(3x^2-5x)}{x^2} = \frac{3x^2}{x^2} = 3$$

이다. 하지만 미분공식을 쓰기에 앞서, $f(x) = 3x - 5$와 같음을 알 수 있다. 따라서 $f'(x) = 3$임을 또한 쉽게 알 수 있다.

□

$f(x) = x^n$의 도함수에 대한 정리 1.6에서 n을 양의 정수로 제한하고 있지만, 이 후에 이를 확장시켜 n이 음의 정수인 경우, 유리수인 경우, 결국에는 임의의 실수인 경우에도 여전히 성립함을 보일 것이다.[4]

예제 1.9 음의 정수 n에 대하여 $f(x) = x^n$의 도함수가 $f'(x) = nx^{n-1}$임을 증명하시오.

풀이 음의 정수 n을 $n = -m$ (m: 양의 정수)이라고 놓자. 그러면 $f(x) = x^n = x^{-m} = 1/x^m$이므로

$$f'(x) = \frac{(1)'x^m - 1\cdot(x^m)'}{(x^m)^2} = \frac{-mx^{m-1}}{x^{2m}} = -mx^{-m-1} = nx^{n-1}$$

이다. □

1.2.2 합성함수의 미분법

함수 $F(x) = \sqrt{x^4+1}$의 경우 앞에서 배운 미분공식으로는 도함수를 구하기가 어렵다. 하지만 $F(x)$는 두 함수 $g(u) = \sqrt{u}$ 와 $f(x) = x^4 + 1$의 합성함수, 즉 $F(x) = (g \circ f)(x)$임을 알 수 있다. 따라서 f와 g 의 미분을 이용하여 합성함수 $F = g \circ f$의 미분을 알 수 있다면 유용할 것이다.

두 함수 $y = g(u)$, $u = f(x)$가 각각 미분가능하고, 이들에 의한 합성함수 $y = (g \circ f)(x)$가 정의될 때, 이 합성함수의 도함수를 구하여 보자.

정리 1.10 연쇄법칙(chain rule)

함수 $y = f(x)$가 $x = a$에서 미분가능하고, 함수 $g(f(x))$가 $f(a)$에서 미분가능하면, 합성함수 $(g \circ f)(x)$도 $x = a$에서 미분가능하고,

$$(g \circ f)'(a) = g'(f(a))f'(a) \tag{1.12}$$

가 성립한다.

4) n이 음의 정수인 경우(14쪽, 예제 1.9), 유리수인 경우(16쪽, 예제 1.12와 20쪽, 예제 1.19), 실수인 경우(36쪽, 예제 1.38) 참조.

증명 극한과 관련한 정리 ??의 (2)와 주어진 조건으로부터

$$\begin{aligned}(g \circ f)'(a) &= \lim_{x\to a}\frac{(g\circ f)(x)-(g\circ f)(a)}{x-a} \\ &= \lim_{x\to a}\left(\frac{(g\circ f)(x)-(g\circ f)(a)}{f(x)-f(a)}\cdot\frac{f(x)-f(a)}{x-a}\right) \\ &= \left(\lim_{x\to a}\frac{(g\circ f)(x)-(g\circ f)(a)}{f(x)-f(a)}\right)\left(\lim_{x\to a}\frac{f(x)-f(a)}{x-a}\right) \\ &= \left(\lim_{y\to f(a)}\frac{g(y)-g(f(a))}{y-f(a)}\right)\left(\lim_{x\to a}\frac{f(x)-f(a)}{x-a}\right) \\ &= g'(f(a))f'(a)\end{aligned}$$

을 얻는다. 즉, $(g \circ f)'(a) = g'(f(a))f'(a)$이다. □

정리 1.10의 연쇄법칙에 대응하는 도함수 공식은

$$(g \circ f)'(x) = g'(f(x))f'(x) \tag{1.13}$$

와 같이 나타낼 수 있다. 특히 $y = g(u)$, $u = f(x)$인 경우에 라이프니츠[5] 기호를 사용하여 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du}\frac{du}{dx} \tag{1.14}$$

합성함수의 도함수를 얻기 위해서는 연쇄법칙을 마치 고리모양처럼 연속적으로 적용하게 되는데, 이와 같은 이유로 이 법칙을 연쇄법칙이라고 한다. 이를테면 미분가능한 함수 f, g, h에 대하여 $y = f(u)$, $u = g(v)$, $v = h(x)$라고 하자. 이때 x에 대한 y의 도함수를 얻기 위해 연쇄법칙을 거듭 적용하면

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du}\frac{du}{dx} = \frac{dy}{du}\frac{du}{dv}\frac{dv}{dx} \tag{1.15}$$

을 얻는다.

예제 1.11 다음 함수의 도함수를 구하시오.

(1) $y = (x^3 - x + 1)^5$ (2) $y = \left(\frac{1}{x+1}\right)^2$

풀이 (1) $u = x^3 - x + 1$이라고 놓으면 $y = u^5$이다. 따라서 정리 1.10의 연쇄법칙을 적용하면

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du}\frac{du}{dx} = 5u^4(3x^2-1) = 5(x^3-x+1)^4(3x^2-1)$$

이다.

5) 라이프니츠(Leibniz, 1646 ~ 1716) : 독일의 철학자 · 수학자

Advanced Calculus II

Continuous Functions

Continuity

Let E be a subset of $\mathbb{R}^n$ and let $\mathbf{f}: E \to \mathbb{R}^m$ be a function from E to $\mathbb{R}^m$. We say that $\mathbf{f}$ is *continuous* at a point $\mathbf{a}$ of E if for every $\varepsilon > 0$ there exists a $\delta > 0$ such that

$$\|\mathbf{f}(\mathbf{x}) - \mathbf{f}(\mathbf{a})\| < \varepsilon \quad \text{for all } \mathbf{x} \in E \text{ with } \|\mathbf{x} - \mathbf{a}\| < \delta$$

or equivalently

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) \in B_\varepsilon(\mathbf{f}(\mathbf{a})) \quad \text{for all } \mathbf{x} \in E \cap B_\delta(\mathbf{a}).$$

If $\mathbf{f}$ is not continuous at $\mathbf{a} \in E$, then $\mathbf{f}$ is said to be *discontinuous* at $\mathbf{a}$.

Continuity

Let E be a subset of $\mathbb{R}^n$ and let $\mathbf{f} : E \to \mathbb{R}^m$ be a function from E to $\mathbb{R}^m$. We say that $\mathbf{f}$ is *continuous* at a point $\mathbf{a}$ of E if for every $\varepsilon > 0$ there exists a $\delta > 0$ such that

$$\|\mathbf{f}(\mathbf{x}) - \mathbf{f}(\mathbf{a})\| < \varepsilon \quad \text{for all } \mathbf{x} \in E \text{ with } \|\mathbf{x} - \mathbf{a}\| < \delta$$

or equivalently

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) \in B_\varepsilon(\mathbf{f}(\mathbf{a})) \quad \text{for all } \mathbf{x} \in E \cap B_\delta(\mathbf{a}).$$

If $\mathbf{f}$ is not continuous at $\mathbf{a} \in E$, then $\mathbf{f}$ is said to be *discontinuous* at $\mathbf{a}$. Note that f is continuous at every isolated point $\mathbf{a}$ of E since $E \cap B_\delta(\mathbf{a}) = \{\mathbf{a}\}$ for some $\delta > 0$. The function $\mathbf{f}$ is said to be *continuous on* E if it is continuous at every point of E.

Continuity

Example

The Euclidean norm $\|\cdot\|$ is continuous on $\mathbb{R}^n$. To show this, let $\mathbf{a} \in \mathbb{R}^n$ be given. By the triangle inequality, we have

$$|\|\mathbf{x}\| - \|\mathbf{a}\|| \le \|\mathbf{x} - \mathbf{a}\| \quad \text{for all } \mathbf{x} \in \mathbb{R}^n.$$

Hence given $\varepsilon > 0$, we take $\delta = \varepsilon$. Then for all $\mathbf{x} \in B_\delta(\mathbf{a})$, we have

$$|\|\mathbf{x}\| - \|\mathbf{a}\|| \le \|\mathbf{x} - \mathbf{a}\| < \delta = \varepsilon.$$

주요 설문조사 답변

앞에 있는 것은 오늘 당연히 다 못하고...

- 문서 관련 질문
  - TEX으로 그림을 그리는 방법
  - 원하는 그림을 쉽게 그리기 어렵다. 어떤 양식이 보기 좋을지 모르겠다
  - 논문이나 Beamer에 그림을 그리는 방법, Beamer에서 그림 2개를 여백을 조절해서 병렬식으로 배열하는 방법 등
  - TEX로 구현되는 기본적인 Layout과 이를 ‘쉽게’ 변형하는 방법, 논문 레퍼런스와 인용구를 효과적으로 관리하는 방법
- Beamer 관련 질문
  - 효율/효과적인 beamer 작성법이 궁금합니다.
  - 발표할 때 beamer를 사용하는데, 기존의 형식이나 디자인이 마음에 들지 않아도 어쩔 수 없이 쓰는 부분이 있습니다. 그림을 바꾸거나 서체를 변형하거나, Layout이나 색상을 원하는 방향으로 변형하는 것이 어렵습니다.

주요 설문조사 답변

제가 오늘 강의에서 답변할 것들

- 문서 관련 질문
  - TEX으로 그림을 그리는 방법
  - 원하는 그림을 쉽게 그리기 어렵다. 어떤 양식이 보기 좋을지 모르겠다 (쉬운게 없습니다...)
  - 논문이나 Beamer에 그림을 그리는 방법,Beamer에서 그림 2개를 여백을 조절해서 병렬식으로 배열하는 방법(사실상 응용하다보면 알게됩니다) 등
  - TEX로 구현되는 기본적인 Layout과 이를 '쉽게' 변형하는 방법, 논문 레퍼런스와 인용구를 효과적으로 관리하는 방법
- Beamer 관련 질문 (모두 답변)
  - 효율/효과적인 beamer 작성법이 궁금합니다.
  - 발표할 때 beamer를 사용하는데, 기존의 형식이나 디자인이 마음에 들지 않아도 어쩔 수 없이 쓰는 부분이 있습니다. 그림을 바꾸거나 서체를 변형하거나, Layout이나 색상을 원하는 방향으로 변형하는 것이 어렵습니다.

내용

입력하는 방법, 이게 최선이에요?

Aritcle (문서작성과 수식)

Beamer

입력하는 방법, 이게 최선이에요?

수식 입력, 좀 편하게 하는 방법 없어요?

수식을 입력하면 바로 수식을 작성하는 것을 볼 수 있는 에디터

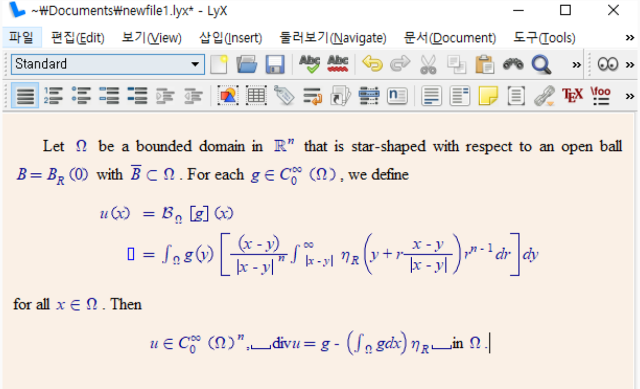


Figure 2: LyX

수식 입력, 좀 편하게 하는 방법 없어요?

수식작성 보조 에디터: LaTeXiT (Mac에서만)

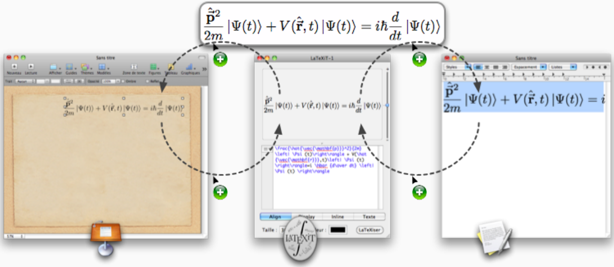


Figure 3: LaTeXiT

- TeXShop의 edit-experiment 기능도 충분한 대체재

수식 명령어 어떻게 그걸 다 기억해요?

터미널 또는 cmd에서

```
> texdoc symbols-a4
```

http://detexify.kirelabs.org/classify.html

매번 만들기 귀찮은 beamer, 다른 방법은?

- frame 만드는게 매번 귀찮음

매번 만들기 귀찮은 beamer, 다른 방법은?

- frame 만드는게 매번 귀찮음

제일 현실적인 방법은 '좋은 에디터'의 snippet 기능을 활용하는 것.

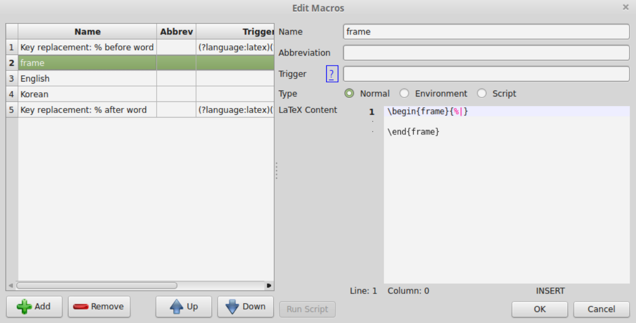


Figure 4: TEXStudio 매크로 기능

매번 만들기 귀찮은 beamer, 다른 방법은?

- frame 만드는게 매번 귀찮음

제일 현실적인 방법은 '좋은 에디터'의 snippet 기능을 활용하는 것.

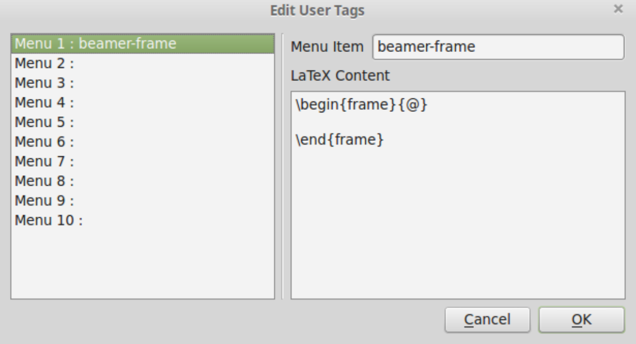


Figure 5: TEXmaker 매크로 기능

매번 만들기 귀찮은 beamer, 다른 방법은? (TMI)

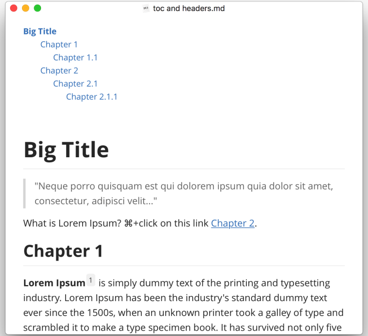


Figure 6: 마크다운 에디터: typora

Multimarkdown 또는 pandoc $\Rightarrow$ article 또는 beamer

참고문헌 인용 더 똑똑하게 하고 싶어요

- cite는 어려운게 없는데,
- bibitem을 작성하는 파트가 귀찮은 부분이 많다.
- 슬픈 소리지만, A 저널에 투고했는데 리젝을 받고, B 저널에 투고하려는데 ‘참고문헌’ 인용법이 다르다면...?
- 책을 인용할 때, 논문을 인용할 때 논문인용법이 다 다르다. 그걸 일관적으로 잘 ‘칠’ 자신이 있는가?
- ABC순서 맞추기나, 저널마다 관행이 다르다.
- 컴퓨터라는 좋은 도구를 두고, 참고문헌 처리는 수동으로?

참고문헌 인용 더 똑똑하게 하고 싶어요

BibTeX

- bib파일로 저장
- 기본 목적은 문서와 참고문헌 항목을 분리
- 참고문헌의 종류에 따라 다르게 참고문헌을 출력한다.
- bst파일만 있다면, 참고문헌 인용방법에 대해서 신경을 쓸 필요가 없다.

참고문헌 인용 더 똑똑하게 하고 싶어요

BibTeX

- bib파일로 저장
- 기본 목적은 문서와 참고문헌 항목을 분리
- 참고문헌의 종류에 따라 다르게 참고문헌을 출력한다.
- bst파일만 있다면, 참고문헌 인용방법에 대해서 신경을 쓸 필요가 없다.

추천하는 조합:

MathSciNet (데이터베이스) + BibTeX (engine) + JabRef (program) + natbib (package)

natbib (natbib-jabref.tex)

[2-4,5,9]와 같은 참고문헌 인용을 할 수 있다.

```
\usepackage[numbers,sort&compress]{natbib}

\cite{key-1,key-5,key-3,key-4}
```

thebibilography

```
\begin{thebibliography}{제일긴 인용번호}
\bibitem{key-1} ....
\end{thebibliography}
```

예로, 131개의 참고문헌이라면

```
\begin{thebibliography}{101}
\bibitem{key-1} ....
\end{thebibliography}
```

DeclareMathOperator

```
\DeclareMathOperator{\im}{Im}  or  \newcommand{\im}{\operatorname{Im}}
\DeclareMathOperator*{\esup}{ess.sup}
```

$$\|f\|_{\infty;E} = \mathrm{ess.sup}_{x\in E}|f(x)|$$

mathrm을 썼을 경우

$$\|f\|_{\infty;E} = \operatorname{ess.sup}_{x\in E} |f(x)|$$

명령어에 *를 적용하지 않았을 경우

$$\|f\|_{\infty;E} = \operatorname*{ess.sup}_{x\in E} |f(x)|$$

명령어에 *를 적용했을 경우

명령어, 귀찮음을 도와주는 것...

```
\newcommand{\norm}[1]{\Vert #1 \Vert} % #1은 명령어의 파라미터를 의미
\[   \norm{e^{t\triangle } u_0}_{L^{q}_t L^{r}_x} \apprle \norm{u_0}_{2}
 ↪  \]
\[   \norm{\int_{t'<t} e^{(t-t')\triangle/2} F(t') ds} \apprle
 ↪  \norm{F}_{L^{\tilde{q}'}_t L^{\tilde{r}'}_{x}} \]
```

$$\|e^{t\triangle} u_0\|_{L^{q}_t L^{r}_x} \lesssim \|u_0\|_{2}$$

$$\|\int_{t'<t} e^{(t-t')\triangle/2} F(t') ds\| \lesssim \|F\|_{L^{\tilde{q}'}_t L^{\tilde{r}'}_{x}}$$

명령어, 귀찮음을 도와주는 것...

```
\makeatletter
\newcommand{\norm}{\@ifstar{\@normb}{\@normi}}
\newcommand{\@normb}[1]{\left\Vert{#1}\right\Vert}
\newcommand{\@normi}[1]{\Vert{#1}\Vert}
\makeatother
```

norm*로 명령어를 주면, @normb 명령어로 작동하고, norm로 명령어를 주면 @normi로 명령어가 작동된다.

$$\left\Vert \int_{t'<t} e^{(t-t')\triangle/2} F(t')\, ds \right\Vert \lesssim \Vert F \Vert_{L_t^{\tilde{q}'} L_x^{\tilde{r}'}}$$

$$\Vert \int_{t'<t} e^{(t-t')\triangle/2} F(t')\, ds \Vert \lesssim \Vert F \Vert_{L_t^{\tilde{q}'} L_x^{\tilde{r}'}}$$

Aritcle (문서작성과 수식)

별행수식쓸 때 스페이싱 하지 마라

$f \in L^p(\mathbb{R})$ $(1<p<\infty)$에 대하여

$$Hf(x)=\mathrm{p.v.}\int_{\mathbb{R}} \frac{f(y)}{\pi (x-y)}dy$$

와 같이 정의한 변환을 힐버트 변환이라 한다.

```
$f\in L^p(\mathbb{R}) $ $(1<p<\infty)$에 대하여
\[ Hf(x)=\mathrm{p.v.}\int_{\mathbb{R}} \frac{f(y)}{\pi (x-y)}dy\]
와 같이 정의한 변환을 힐버트 변환이라 한다.
```

별행수식쓸 때 스페이싱 하지 마라

$f \in L^p(\mathbb{R})$ $(1 < p < \infty)$에 대하여

$$Hf(x) = \mathrm{p.v.}\int_{\mathbb{R}} \frac{f(y)}{\pi(x-y)}dy$$

와 같이 정의한 변환을 힐버트 변환이라 한다.

```
$f\in L^p(\mathbb{R}) $ $(1<p<\infty)$에 대하여

\[ Hf(x)=\mathrm{p.v.}\int_{\mathbb{R}} \frac{f(y)}{\pi (x-y)}dy\]

와 같이 정의한 변환을 힐버트 변환이라 한다.
```

Don’t use eqnarray!

여러가지 이유가 있으니 쓰지 마세요.

- 스페이스 간격의 비일관성

$$\square \quad = \quad \boxed{\hspace{6cm}} \tag{1}$$

versus

$$\square = \boxed{\hspace{6cm}} \tag{2}$$

http://www.tug.org/TUGboat/tb33-1/tb103madsen.pdf

Don't use eqnarray!

- 라벨링의 침묵

$$\begin{aligned} \square &= \square \quad (3) \\ \square &= \square \end{aligned}$$

From equation (4) we conclude

$$\square = 42. \quad (4)$$

```
\begin{eqnarray}
\framebox{} & = & \framebox{} \\
\framebox{} & = & \framebox{} \label{eq:my2} \nonumber
\end{eqnarray}
From equation (\ref{eq:my2}) we conclude
\begin{equation}
\framebox{}=42.
\end{equation}
```

명령어를 정의할 때 주의하자

```
\newcommand{\Q}{\mathbb{Q}}
....

Let $\Q$ denote the field of rational numbers.
```

한 글자로 정의했을 때 LaTeX엔진의 코드와 충돌을 할 가능성이 높으며, 문서를 작성할 때 실수를 만들었을 경우, 무엇을 실수 했는 지 알 수가 없다.

명령어를 정의할 때 주의하자

```
\newcommand{\Q}{\mathbb{Q}}
....

Let $\Q$ denote the field of rational numbers.
```

한 글자로 정의했을 때 LaTeX엔진의 코드와 충돌을 할 가능성이 높으며, 문서를 작성할 때 실수를 만들었을 경우, 무엇을 실수 했는 지 알 수가 없다. 특히

```
\L, \H
```

은 각각 Łaba / Erdős 와 같이 이름에 쓰이는 악상이다.

environment는 괜히 있는게 아니다.

종종

```
\begin{equation}
...
\end{equation}
```

이라 쓰는 대신

```
\newcommand{\beq}{\begin{equation}}
\newcommand{\eeq}{\end{equation}}
...
\beq
...
\eeq
```

와 같이 작성하는 경우가 있는데, 공동작업이나 편집자가 보기에 상당히 불편한 작법이며, 어디서부터 어디까지가 수식인지 쉽게 알아차리기 쉽지 않은 글쓰기다. environment을 작성하기 귀찮다고 명령어를 만드는 것은 하지 말자.

ref와 eqref

`\eqref{...}`이 (`\ref{...}`)보다 나은 이유

$$-\triangle u + \lambda u = f \tag{5}$$

Let $\lambda > 0$. For every $f \in L^2(\mathbb{R}^n)$, there exists a unique $u \in W^{2,2}(\mathbb{R}^n)$ of (5).

Let $\lambda > 0$. For every $f \in L^2(\mathbb{R}^n)$, there exists a unique $u \in W^{2,2}(\mathbb{R}^n)$ of (5).

ref와 eqref

`\eqref{...}`이 (`\ref{...}`)보다 나은 이유

$$-\triangle u + \lambda u = f \tag{5}$$

Let $\lambda > 0$. *For every* $f \in L^2(\mathbb{R}^n)$*, there exists a unique* $u \in W^{2,2}(\mathbb{R}^n)$ *of (5).*

Let $\lambda > 0$. *For every* $f \in L^2(\mathbb{R}^n)$*, there exists a unique* $u \in W^{2,2}(\mathbb{R}^n)$ *of* (5).

한글 어떻게 써요?

TEXLive 2013부터 kotex을 별도의 설치없이 지원하고 있다. (MacTEX = TEXLive)

```
\usepackage{kotex}
```

한글 어떻게 써요?

TeXLive 2013부터 kotex을 별도의 설치없이 지원하고 있다. (MacTeX = TeXLive)

```
\usepackage{kotex}
```

TMI? XeLaTeX 또는 LuaLaTeX을 사용할 경우 서체도 바꿀 수 있다.

```
\usepackage{kotex}

\setmainfont{영문세리프폰트}
\setsansfont{영문산세리프폰트}
\setmainhangulfont{한글명조체}
\setsanshangulfont{한글고딕체}
```

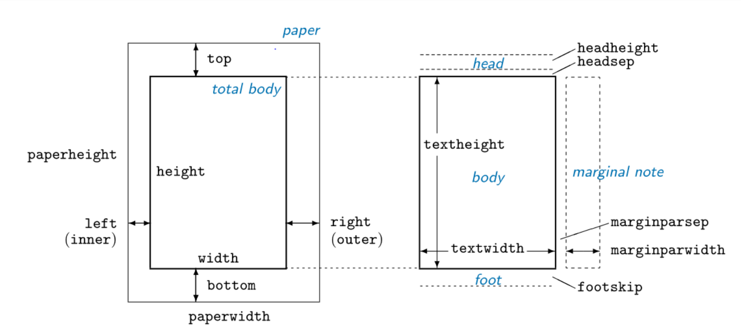
자세한 것은

> *texdoc kotex, texdoc xetexko, texdoc luatexko*

목적에 따라 oblivoir 클래스를 사용하는 것도 좋다.

여백이랑 줄간격을 바꾸고 싶어요

```
\usepackage{geometry} % memoir 또는 oblivoir는 다른 방법으로 사용해야 함
\geometry{paperwidth=174mm,paperheight=248mm,inner=25mm,outer=25mm,
top=25mm,bottom=25mm}
```



여백이랑 줄간격을 바꾸고 싶어요

```
\usepackage{setspace}

\setstretch{1.333} %한글에 적절한 줄간격
...

\begin{spacing}{1.333}
...
\end{spacing}
```

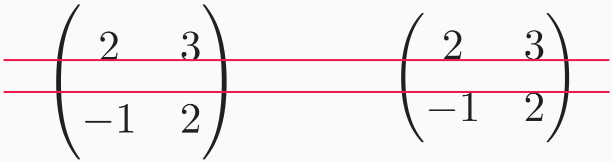
계산공식

$$1 : 120 = x : 160$$

* oblivoir, memoir에서는 다름. 설명서 참고.

TMI: 줄간격을 바꿨을 경우, 수식의 간격이 지나치게 넓어지는 부작용이 있다. 다음의 내용을 preamble에 넣는다.

```
\everydisplay\expandafter{\the\everydisplay\def
\baselinestretch{1.2}\selectfont}
```



Before After

수식이 너무 길어서 잘라내기 귀찮아요

상황 설명: 4페이지나 되는 연속되는 estimate를 써야하는 상황이라면....? 양식에 따라 또 바꿔야 하는데....?

```
\allowdisplaybreaks
```

수식 중간에 문장 하나 써야 하는데 환경 닫아내기 귀찮아요

```
\intertext{text}
\shortintertext{text}
```

```
\begin{align*}
 & =\int_{0}^{\infty}\left|\int_{0}^{1}\frac{g\left(x\left(1+y\right)\right)}
 {y^{1-\alpha}}dy\right|^{p}dx.
 \intertext{Now by the Minkowski's integral intequality, we get }
\int_{0}^{\infty}\left|\int_{0}^{1}\frac{g\left(x\left(1+y\right)\right)}
{y^{1-\alpha}}dy\right|^{p}dx &
....
\end{align*}
```

수식 중간에 문장 하나 써야 하는데 환경 닫아내기 귀찮아요

$$\begin{aligned}
\int_0^\infty \left| \int_0^x \frac{g(x+t)}{|t|^{1-\alpha}} dt \right|^p x^{-\alpha p} dx &= \int_0^\infty \left| \int_0^1 \frac{g(x(1+y))}{(xy)^{1-\alpha}} x dy \right|^p x^{-\alpha p} dx \\
&= \int_0^\infty \left| \int_0^1 \frac{g(x(1+y))}{y^{1-\alpha}} dy \right|^p dx.
\end{aligned}$$

Now by the Minkowski's integral intequality, we get

$$\begin{aligned}
\int_0^\infty \left| \int_0^1 \frac{g(x(1+y))}{y^{1-\alpha}} dy \right|^p dx &\le \left[\int_0^1 \left(\int_0^\infty \left[\frac{g(x(1+y))}{y^{1-\alpha}} \right]^p dx \right)^{\frac{1}{p}} dy \right]^p \\
&= \left[\int_0^1 \frac{1}{y^{1-\alpha}} \left(\int_0^\infty |g(x(1+y))|^p dx \right)^{\frac{1}{p}} dy \right]^p
\end{aligned}$$

벡터모양이 구려요

TeX의 기본옵션에 가까운 것으로 ‘벡터’를 쓰고자 할 때 모양이 이쁘게 안나오는 편이다.

$$\vec{v} \quad \overrightarrow{AB}$$

```
\usepackage[옵션]{esvect}
```

option	a	b	c	d	e	f	g	h
flèche	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$

$$\vec{v} \quad \overrightarrow{AB}$$

증명박스 위치가 너무 내려와있어요

상황: amsthm을 부른 상태로 증명환경을 사용할 때

```
...
\[  a=b \]
\end{proof}
```

라 입력하면

$$a = b$$

$\square$

와 같이 입력된다.

증명박스 위치가 너무 내려와있어요

```
...
\[  a=b \qedhere \]
\end{proof}
```

Proof.

$$a = b \qquad \square$$

행렬 좀 이쁘게 쓰고 싶어요

Don't use array!

```
\begin{equation}
R^2 =
\left({\begin{array}{cc} c & s
↪  \end{array}}\right)
\left(\begin{array}{cc} 1 & 0\\ 0 & 1
↪  \end{array}\right)
\left(\begin{array}{c} c \\ s
↪  \end{array}\right)
= c^2 + s^2
\end{equation}
```

```
\begin{equation}
R^2 =
\begin{pmatrix} c & s \end{pmatrix}
\begin{pmatrix} 1 & 0\\ 0 & 1
↪  \end{pmatrix}
\begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix}
= c^2 + s^2
\end{equation}
```

$$R^2 = \left({\begin{array}{cc} c & s \end{array}}\right) \left(\begin{array}{cc} 1 & 0\\ 0 & 1 \end{array}\right) \left(\begin{array}{c} c \\ s \end{array}\right) = c^2 + s^2 \tag{6}$$

$$R^2 = \begin{pmatrix} c & s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0\\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix} = c^2 + s^2 \tag{7}$$

- pmatrix, bmatrix, Bmatrix, vmatrix, Vmatrix

행렬 좀 이쁘게 쓰고 싶어요

Mathtools: amsmath의 확장판

```
\usepackage{mathtools}

\[  \begin{pmatrix}  -2 & 3 \\ 3 & -2   \end{pmatrix}  \]
\[  \begin{pmatrix*}[r]  -2 & 3 \\ 3 & -2   \end{pmatrix*}  \]
```

$$\begin{pmatrix} -2 & 3 \\ 3 & -2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix*}[r] -2 & 3 \\ 3 & -2 \end{pmatrix*}$$

Mathtools: amsmath의 확장판

```
\usepackage{mathtools}

\[
\begin{bsmallmatrix}
a & -b \\ -c & d \end{bsmallmatrix}
\begin{bsmallmatrix*}[r] a & -b \\ -c & d \end{bsmallmatrix*}
\]
```

$$\left[\begin{smallmatrix} a & -b \\ -c & d \end{smallmatrix}\right]\left[\begin{smallmatrix} a & -b \\ -c & d \end{smallmatrix}\right]$$

편미분방정식을 이쁘게 쓰고 싶어요

$$
\text{(KS-PME)} \quad \begin{cases} \partial_t n - \Delta n^{1+\alpha} + u \cdot \nabla n = -\nabla \cdot (\chi(c) n^q \nabla c), \\ \partial_t c - \Delta c + u \cdot \nabla c = -\kappa(c) n, \\ \partial_t u - \Delta u + \nabla p = -n \nabla \phi, \\ \nabla \cdot u = 0, \end{cases} \tag{8}
$$

편미분방정식을 이쁘게 쓰고 싶어요

$$\text{(KS-PME)} \quad \begin{cases} \partial_t n - \Delta n^{1+\alpha} + u \cdot \nabla n = -\nabla \cdot (\chi(c) n^q \nabla c), \\ \partial_t c - \Delta c + u \cdot \nabla c = -\kappa(c) n, \\ \partial_t u - \Delta u + \nabla p = -n \nabla \phi, \\ \nabla \cdot u = 0, \end{cases} \tag{8}$$

드는 생각

- $=$를 기준으로 '각'을 잡고 싶어요. (이 경우에는 그게 낫지 않을까요?)
- (8) 식이랑 방정식 이름을 두 번 쓰는것보다 하나로 하는게 좋지 않을까요?

편미분방정식을 이쁘게 쓰고 싶어요

$$\left\{ \begin{aligned} \partial_t n - \Delta n^{1+\alpha} + u\cdot \nabla n &= -\nabla \cdot (\chi(c)n^{q}\nabla c), \\ \partial_t c - \Delta c + u\cdot \nabla c &= -\kappa(c)n, \\ \partial_t u - \Delta u + \nabla p &= -n\nabla \phi, \\ \nabla \cdot u &= 0, \end{aligned} \right. \tag{KS-PME}$$

```
\begin{equation}\label{eq:Chemotaxis-2}\tag{KS-PME}\quad
\left\{ \begin{alignedat}{2}
\partial_{t}n - \Delta n^{1+\alpha} + u\cdot \nabla n &= - \nabla \cdot (\chi
↪  (c)n^{q}\nabla c), \\
\partial_{t}c - \Delta c + u\cdot \nabla c &= -\kappa (c)n, \\
\partial_{t}u - \Delta u + \nabla p &= -n\nabla \phi, \\
\nabla \cdot u&=0,
\end{alignedat} \right.
\end{equation}
```

편미분방정식을 이쁘게 쓰고 싶어요

```
\begin{equation}\tag{MKG}
\begin{aligned}
        \partial^{\mu} F_{\nu \mu} =& \im(\phi \overline{\mathbf{D}_{\nu} \phi})  \\
        \Box_{A} \phi =& 0,
\end{aligned}
\end{equation}
```

$$\begin{aligned} \partial^{\mu} F_{\nu \mu} =& \operatorname{Im}(\phi \overline{\mathbf{D}_{\nu} \phi}) \\ \Box_{A} \phi =& 0, \end{aligned} \tag{MKG}$$

편미분방정식을 이쁘게 쓰고 싶어요 (TMI)

- Chicago Manual of Style 15판에서 제시된 방법
    - 관계 기호 또는 연산 기호 '앞' 에서 줄바꿈을 한다. 행장의 끝부분에 남겨두고 자르지 않는다. 단 행중 수식 (in-line math) 일 경우는 예외이다.
    - 연산 기호 앞에서 줄바꿈한 수식은, 연산 기호가 윗줄의 관계 기호 '오른쪽' 에 있는 첫 문자에 맞춘다.
- 《도서편집총람》에서 제시된 방법
    - 별행식의 꺾기
        - 식의 좌변이 짧은 경우, '='을 중심으로 우단에 맞춘다.

* 이주호, http://progress.tistory.com/85

편미분방정식을 이쁘게 쓰고 싶어요

LaTeX Companion, 2nd Edition에서 제시한 방법 (LC2, p.474)

```
\begin{equation}\tag{MKG}
\left\{\begin{aligned}
        \partial^{\mu} F_{\nu \mu} &= \im(\phi \overline{\mathbf{D}_{\nu}
        ↪  \phi})  \\
        \Box_{A} \phi &= 0,
\end{aligned}\right.
\end{equation}
```

$$\left\{\begin{aligned} \partial^{\mu} F_{\nu \mu} &= \mathrm{Im}(\phi \overline{\mathbf{D}_{\nu} \phi}) \\ \Box_{A} \phi &= 0, \end{aligned}\right. \tag{MKG}$$

식을 전개할 때...

We split L_2 and make use of the fact that $v_{\lambda,h}(z) = v_h(z)$ for all $z \in E_\lambda \cap K_{4\rho}^{\alpha}(\mathfrak{z})$.

$$\begin{array}{ll}
L_2 & = \iint_{{K_{4\rho}^{\alpha}(\mathfrak{z})}\cap E_{\lambda}} \left<{[A(x,t,\nabla u) - A(x,t,\nabla w)]_h}{\nabla v_{\lambda,h}}\right> \zeta_{\varepsilon}\ dz \\
& \qquad + \iint_{{K_{4\rho}^{\alpha}(\mathfrak{z})}\setminus E_{\lambda}} \left<{[A(x,t,\nabla u) - A(x,t,\nabla w)]_h}{\nabla v_{\lambda,h}}\right> \zeta_{\varepsilon}\ dz
\end{array}$$

```
\begin{equation*}
\begin{array}{ll}
L_2 & = \iint_{{K_{4\rho}^{\alpha}(\mathfrak{z})}\cap E_{\lambda}}
↪  \left<{[A(x,t,\nabla u) - A(x,t,\nabla w)]_h}{\nabla
↪  v_{\lambda,h}}\right> \zeta_{\varepsilon}\ dz  \\
& \qquad + \iint_{{K_{4\rho}^{\alpha}(\mathfrak{z})}\setminus
↪  E_{\lambda}} \left<{[A(x,t,\nabla u) - A(x,t,\nabla w)]_h}{\nabla
↪  v_{\lambda,h}}\right> \zeta_{\varepsilon}\ dz
\end{array}
\end{equation*}
```

식을 전개할 때...

LaTeX Companion, 2nd Edition에서 제시한 방법 (LC2, p.474)

```
\newcommand\relphantom[1]{\mathrel{\phantom{#1}}}

\begin{align*}
L_2 & = .....
& \relphantom{=}{} + ...
\end{align*}
```

We split L_2 and make use of the fact that $v_{\lambda,h}(z) = v_h(z)$ for all $z \in E_\lambda \cap K^\alpha_{4\rho}(\mathfrak{z})$.

$$
\begin{aligned}
L_2 = & \iint_{K^\alpha_{4\rho}(\mathfrak{z}) \cap E_\lambda} \langle [A(x,t,\nabla u) - A(x,t,\nabla w)]_h \nabla v_{\lambda,h} \rangle \, \zeta_\varepsilon \; dz \\
& + \iint_{K^\alpha_{4\rho}(\mathfrak{z}) \setminus E_\lambda} \langle [A(x,t,\nabla u) - A(x,t,\nabla w)]_h \nabla v_{\lambda,h} \rangle \, \zeta_\varepsilon \; dz
\end{aligned}
$$

* allowdisplaybreaks는 align 환경에서 적용가능합니다.

From now, we set the notation $I_j = (-2^{j+1}, -2^j] \cup [2^j, 2^{j+1})$ and $R_j = I_{j_1} \times \cdots \times I_{j_n}$, whenever $j = (j_1, \ldots, j_n) \in \mathbb{Z}^n$.

Theorem 1 (Marchinkiewicz multiplier theorem; d-dimensional version)**.** *Let m be a bounded function on $\mathbb{R}^d$ that is C^n in all regions R_j. Assume that there is a constant A such that for all $k \in \{1, \ldots, d\}$, all $j_1, \ldots, j_k \in \{1, \ldots, d\}$, all $l_{j_1}, \ldots, l_{j_k} \in \mathbb{Z}$, and all $\xi_s \in I_{l_s}$for $s \in \{1, \ldots, d\} \setminus \{j_1, \ldots, j_k\}$, we have*

$$\int_{I_{j_1}} \cdots \int_{I_{l_{j_k}}} \left| \left(\partial_{j_1} \cdots \partial_{j_k} m \right) (\xi_1, \ldots, \xi_d) \right| d\xi_{j_k} \cdots d\xi_{j_1} \leq A < \infty.$$

Then $m \in \mathscr{M}_p \left(\mathbb{R}^d \right)$, whenever $1 < p < \infty$.

Proof. We prove this under the condition $d = 2$. We decompose the given function m as

$$m(\xi) = m_{++}(\xi) + m_{-+}(\xi) + m_{+-}(\xi) + m_{--}(\xi),$$

where each of the last ofur terms is supported in one of the four quadrants. By symmetry we choose to work with m_{++} in the following argument. By fundamental theorem of calculus, for $2^{j_1} \leq \xi_1 < 2^{j_1+1}$ and $2^{j_2} \leq \xi_2 < 2^{j_2+1}$:

$$\begin{aligned} m(\xi_1, \xi_2) &= m\left(2^{j_1}, 2^{j_2}\right) + \int_{2^{j_1}}^{\xi_1} \frac{\partial m}{\partial t_1} \left(t_1, 2^{j_2}\right) dt_1 \\ &+ \int_{2^{j_2}}^{\xi_2} \frac{\partial m}{\partial t_2} \left(2^{j_1}, t_2\right) dt_2 \\ &+ \int_{2^{j_1}}^{\xi_1} \int_{2^{j_2}}^{\xi_2} \frac{\partial^2 m}{\partial t_2 \partial t_1} (t_1, t_2)\, dt_2 dt_1. \end{aligned} \tag{1}$$

We introduce operators $S_I^{(r)}$, $r \in \{1, 2\}$, acting in the rth variable (with the other variable remaining fixed) given by multiplication on the Fourier transform side by the characteristic function of the interval I.

Denote $\Delta_j^{\#}(f)(x) = \left(\hat{f}\chi_{R_j}\right)^{\vee}(x)$. We introduce $\Delta_j^{\#(r)}$, $r \in \{1, 2\}$ (also acting in the rth variable), given by multiplication on the Fourier transform side by the characteristic function of the set $(-2^{j+1}, -2^j] \cup [2^j, 2^{j+1})$.

For a given Schwarz function f, we write

$$f_{++} = \left(\hat{f}\chi_{(0,\infty)^2}\right)^{\vee}.$$

Multiplying both sides of (1) by the function $\hat{f}\chi_{R_j}\chi_{(0,\infty)^2}$ and taking the inverse Fourier transforms yields

$$\begin{aligned} \left(\hat{f}\chi_{R_j} m_{++}\right)^{\vee} &= m\left(2^{j_1}, 2^{j_2}\right) \Delta_{j_1}^{\#(1)} \Delta_{j_2}^{\#(2)} (f_{++}) \\ &+ \int_{2^{j_1}}^{2^{j_1+1}} \Delta_{j_2}^{\#(2)} \Delta_{[t_1,\infty)}^{(1)} \Delta_{j_1}^{\#(1)} (f_{++}) \frac{\partial m}{\partial t_1} \left(t_1, 2^{j_2}\right) dt_1 \\ &+ \int_{2^{j_2}}^{2^{j_2+1}} \Delta_{j_1}^{\#(1)} \Delta_{[t_2,\infty)}^{(2)} \Delta_{j_2}^{\#(2)} (f_{++}) \frac{\partial m}{\partial t_2} \left(2^{j_1}, t_2\right) dt_2 \\ &+ \int_{2^{j_1}}^{2^{j_1+1}} \int_{2^{j_2}}^{2^{j_2+1}} \Delta_{[t_1,\infty)}^{(1)} \Delta_{j_1}^{\#(1)} \Delta_{[t_2,\infty)}^{(2)} \Delta_{j_2}^{\#(2)} (f_{++}) \frac{\partial^2 m}{\partial t_1 \partial t_2} (t_1, t_2)\, dt_2 dt_1. \end{aligned}$$

For temporary, we denote

$$\begin{aligned} d\gamma_1 &= \left| \frac{\partial m}{\partial t_1} \left(t_1, 2^{j_2}\right) \right| dt_1, \\ d\gamma_2 &= \left| \frac{\partial m}{\partial t_2} \left(2^{j_1}, t_2\right) \right| dt_2, \\ d\gamma_3 &= \left| \frac{\partial^2 m}{\partial t_1 \partial t_2} (t_1, t_2) \right| dt_2 dt_1. \end{aligned}$$

Then by assumption of our theorem, these are finite measure. So by Cauchy-Schwarz inequality, we have

$$\begin{aligned} &\left| \left(\hat{f}\chi_{R_j} m_{++}\right)^{\vee} \right| \\ &\leq \|m\|_{L^\infty} \left| \Delta_{j_1}^{\#(1)} \Delta_{j_2}^{\#(2)} (f_{++}) \right| \\ &\quad + A^{\frac{1}{2}} \left(\int_{2^{j_1}}^{2^{j_1+1}} \left| \Delta_{j_2}^{\#(2)} \Delta_{[t_1,\infty)}^{(1)} \Delta_{j_1}^{\#(1)} (f_{++}) \right|^2 \left| \frac{\partial m}{\partial t_1} \left(t_1, 2^{j_2}\right) \right| dt_1 \right)^{\frac{1}{2}} \\ &\quad + A^{\frac{1}{2}} \left(\int_{2^{j_2}}^{2^{j_2+1}} \left| \Delta_{j_1}^{\#(1)} \Delta_{[t_2,\infty)}^{(2)} \Delta_{j_2}^{\#(2)} (f_{++}) \right|^2 \left| \frac{\partial m}{\partial t_2} \left(2^{j_1}, t_2\right) \right| dt_2 \right)^{\frac{1}{2}} \\ &\quad + A^{\frac{1}{2}} \left(\int_{2^{j_1}}^{2^{j_1+1}} \int_{2^{j_2}}^{2^{j_2+1}} \left| \Delta_{[t_1,\infty)}^{(1)} \Delta_{j_1}^{\#(1)} \Delta_{[t_2,\infty)}^{(2)} \Delta_{j_2}^{\#(2)} (f_{++}) \right|^2 \left| \frac{\partial^2 m}{\partial t_1 \partial t_2} (t_1, t_2) \right| dt_2 dt_1 \right)^{\frac{1}{2}}. \end{aligned}$$

By considering $j \mapsto \left(\hat{f}\chi_{R_j} m_{++}\right)^{\vee}$, we can take $\ell^2\left(\mathbb{Z}^2\right)$-norm here. Then we get

$$\begin{aligned} &\left(\sum_{j \in \mathbb{Z}^2} \left| \left(\hat{f}\chi_{R_j} m_{++}\right)^{\vee} \right|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \\ &\leq \|m\|_{L^\infty} \left(\sum_{j \in \mathbb{Z}^2} \left| \Delta_{j_1}^{\#(1)} \Delta_{j_2}^{\#(2)} (f_{++}) \right|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \\ &\quad + A^{\frac{1}{2}} \left(\sum_{j \in \mathbb{Z}^2} \int_{2^{j_1}}^{2^{j_1+1}} \left| \Delta_{j_2}^{\#(2)} \Delta_{[t_1,\infty)}^{(1)} \Delta_{j_1}^{\#(1)} (f_{++}) \right|^2 \left| \frac{\partial m}{\partial t_1} \left(t_1, 2^{j_2}\right) \right| dt_1 \right)^{\frac{1}{2}} \\ &\quad + A^{\frac{1}{2}} \left(\sum_{j \in \mathbb{Z}^2} \int_{2^{j_2}}^{2^{j_2+1}} \left| \Delta_{j_1}^{\#(1)} \Delta_{[t_2,\infty)}^{(2)} \Delta_{j_2}^{\#(2)} (f_{++}) \right|^2 \left| \frac{\partial m}{\partial t_2} \left(2^{j_1}, t_2\right) \right| dt_2 \right)^{\frac{1}{2}} \\ &\quad + A^{\frac{1}{2}} \left(\sum_{j \in \mathbb{Z}^2} \int_{2^{j_1}}^{2^{j_1+1}} \int_{2^{j_2}}^{2^{j_2+1}} \left| \Delta_{[t_1,\infty)}^{(1)} \Delta_{j_1}^{\#(1)} \Delta_{[t_2,\infty)}^{(2)} \Delta_{j_2}^{\#(2)} (f_{++}) \right|^2 \left| \frac{\partial^2 m}{\partial t_1 \partial t_2} (t_1, t_2) \right| dt_2 dt_1 \right)^{\frac{1}{2}}. \end{aligned}$$

For $A \subset (0, \infty)$, we define some special counting measure $\nu(A) = \#\left\{ j \in \mathbb{Z} : 2^j \in A \right\}$. Note that for $t_1 > 0$ $2^{j_1} \leq t_1 < 2^{j_1+1}$ if and only if $[\log_2 t_1] = j$. From this fact, we estimate the above inequality.

First,

$$\left(\sum_{j\in\mathbb{Z}^2}\int_{2^{j_1}}^{2^{j_1+1}}\int_{2^{j_2}}^{2^{j_2+1}}\left|\Delta^{(1)}_{[t_1,\infty)}\Delta^{\#(1)}_{j_1}\Delta^{(2)}_{[t_2,\infty)}\Delta^{\#(2)}_{j_2}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial^2 m}{\partial t_1\partial t_2}\left(t_1,t_2\right)\right|dt_2dt_1\right)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\left(\int_0^\infty\int_0^\infty\left|\Delta^{(1)}_{[t_1,\infty)}\Delta^{\#(1)}_{[\log_2 t_1]}\Delta^{(2)}_{[t_2,\infty)}\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial^2 m}{\partial t_1\partial t_2}\left(t_1,t_2\right)\right|dt_2dt_1\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Also,

$$\left(\sum_{j\in\mathbb{Z}^2}\int_{2^{j_2}}^{2^{j_2+1}}\left|\Delta^{\#(1)}_{j_1}\Delta^{(2)}_{[t_2,\infty)}\Delta^{\#(2)}_{j_2}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_2}\left(2^{j_1},t_2\right)\right|dt_2\right)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\left(\sum_{j\in\mathbb{Z}^2}\int_0^\infty\chi_{(2^{j_2},2^{j_2+1})}\left(t_2\right)\left|\Delta^{\#(1)}_{j_1}\Delta^{(2)}_{[t_2,\infty)}\Delta^{\#(2)}_{j_2}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_2}\left(2^{j_1},t_2\right)\right|dt_2\right)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\left(\sum_{j\in\mathbb{Z}^2}\int_0^\infty\chi_{(2^{j_2},2^{j_2+1})}\left(t_2\right)\left|\Delta^{\#(1)}_{j_1}\Delta^{(2)}_{[t_2,\infty)}\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_2}\left(2^{j_1},t_2\right)\right|dt_2\right)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\left(\sum_{j_1\in\mathbb{Z}}\int_0^\infty\left|\Delta^{\#(1)}_{j_1}\Delta^{(2)}_{[t_2,\infty)}\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_2}\left(2^{j_1},t_2\right)\right|dt_2\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Note that $\nu=\sum_{j\in\mathbb{Z}}\delta_{2^j}$. So

$$\int_0^\infty fd\nu=\sum_{j\in\mathbb{Z}}f\left(2^j\right).$$

From this, we have

$$\left(\sum_{j_1\in\mathbb{Z}}\int_0^\infty\left|\Delta^{\#(1)}_{j_1}\Delta^{(2)}_{[t_2,\infty)}\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_2}\left(2^{j_1},t_2\right)\right|dt_2\right)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\left(\int_0^\infty\sum_{j_1\in\mathbb{Z}}\left|\Delta^{\#(1)}_{j_1}\Delta^{(2)}_{[t_2,\infty)}\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_2}\left(2^{j_1},t_2\right)\right|dt_2\right)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\left(\int_0^\infty\int_0^\infty\left|\Delta^{\#(1)}_{[\log_2 t_1]}\Delta^{(2)}_{[t_2,\infty)}\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_2}\left(2^{j_1},t_2\right)\right|d\nu\left(t_1\right)dt_2\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Similarly, we have

$$\left(\sum_{j\in\mathbb{Z}^2}\int_{2^{j_1}}^{2^{j_1+1}}\left|\Delta^{\#(2)}_{j_2}\Delta^{(1)}_{[t_1,\infty)}\Delta^{\#(1)}_{j_1}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_1}\left(t_1,2^{j_2}\right)\right|dt_1\right)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\left(\int_0^\infty\int_0^\infty\left|\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\Delta^{(1)}_{[t_1,\infty)}\Delta^{\#(1)}_{[\log_2 t_1]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_1}\left(t_1,2^{j_2}\right)\right|d\nu\left(t_2\right)dt_1\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Then we get by theorem of partial sum operators(general setting), we have

$$\left\|\left(\sum_{j\in\mathbb{Z}^2}\left|\left(\hat{f}\chi_{R_j}m_{++}\right)^{\vee}\right|^2\right)^{\frac{1}{2}}\right\|_{L^p}$$
$$\lesssim_p\|m\|_{L^\infty}\left\|\left(\sum_{j\in\mathbb{Z}^2}\left|\Delta^{\#}_{j}\left(f_{++}\right)\right|^2\right)^{\frac{1}{2}}\right\|_{L^p}$$
$$+\left\|\left(\int_0^\infty\int_0^\infty\left|\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\Delta^{\#(1)}_{[\log_2 t_1]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_1}\left(t_1,2^{[\log_2 t_2]}\right)\right|dt_1d\nu\left(t_2\right)\right)^{\frac{1}{2}}\right\|_{L^p}$$
$$+\left\|\left(\int_0^\infty\int_0^\infty\left|\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\Delta^{\#(1)}_{[\log_2 t_1]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_1}\left(2^{[\log_2 t_1]},t_2\right)\right|d\nu\left(t_1\right)dt_2\right)^{\frac{1}{2}}\right\|_{L^p}$$
$$+\left\|\left(\int_0^\infty\int_0^\infty\left|\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\Delta^{\#(1)}_{[\log_2 t_1]}\left(f_{++}\right)\right|^2\left|\frac{\partial m}{\partial t_1}\left(t_1,t_2\right)\right|dt_1dt_2\right)^{\frac{1}{2}}\right\|_{L^p}.$$

Note that the functions $(t_1,t_2)\mapsto\Delta^{\#(2)}_{[\log_2 t_2]}\Delta^{\#(1)}_{[\log_2 t_1]}\left(f_{++}\right)$ are constants on $[2^{j_1},2^{j_1+1})\times[2^{j_2},2^{j_2+1})$ and noting that $\Delta^{\#(2)}_{j_2}\Delta^{\#(1)}_{j_1}=\Delta^{\#}_{j}$. Then by hypothesis again, we have

$$\left\|\left(\sum_{j\in\mathbb{Z}^2}\left|\left(\hat{f}\chi_{R_j}m_{++}\right)^{\vee}\right|^2\right)^{\frac{1}{2}}\right\|_{L^p}$$
$$\lesssim\left\|\left(\sum_{j\in\mathbb{Z}^2}\left|\Delta^{\#}_{j}\left(f_{++}\right)\right|^2\right)^{\frac{1}{2}}\right\|_{L^p}$$
$$\lesssim_p\left\|\left(\hat{f}\chi_{(0,\infty)^2}\right)^{\vee}\right\|_{L^p}\quad\text{(Littlewood-Paley inequality)}$$
$$\lesssim_p\|f\|_{L^p}.$$

Note that the last part comes from the boundedness of the Hilbert transform. The lower estimate of Littlewood-Paley inequality yields the required estimate for m_{++}. So we are done. □

float 환경 다루기 너무 어려워요

LaTeX는 워드프로세서가 아니에요! Let it be!

`http://faq.ktug.org/faq/`에서 떠다니는 개체 또는

`http://willkwon.dothome.co.kr/wp-content/uploads/2018/01/lecture3.pdf`

참고

* 저는 원하는 곳에 정확하게 배치할 수 있는 노하우들이 있으나, 논문을 쓰는 저자들에게는 비추합니다. 책 출판 직전, 편집단계에서만 의미가 있습니다. (capt-of package + TikZ 등등)

Munkres 책의 Topology 기호처럼 $\mathcal{T}$좀 멋있게 못 써요?

A topology, denoted by $\mathcal{T}$

- 정확히 똑같은 서체를 쓰고 싶으면 MathTime Professional 2 패키지를 구매하셔야 합니다.

그외 수식서체 정보를 알고 싶으면

- S. G. Hartke, *A Survey of Free Math Fonts for TEXand LATEX*, The PracTEX Journal, 2006.

Beamer

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi\overline{\mathbf{D}_\nu\phi}) \\ \Box_A\phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible* $C_t\mathcal{H}^1$ *solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible* $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ *solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

밑에 네비게이션 바가 꼴보기 싫어요

```
\setbeamertemplate{navigation symbols}{}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi\overline{\mathbf{D}_\nu\phi}) \\ \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible* $C_t\mathcal{H}^1$ *solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible* $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ *solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

수식을 논문처럼 못써요?

```
\usefonttheme{professionalfonts}
\usefonttheme[onlymath]{serif}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi\overline{\mathbf{D}_\nu\phi}) \\ \quad \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible* $C_t\mathcal{H}^1$ *solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible* $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ *solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

서체 좀 바꾸고 싶어요

```
%lualatex
\usepackage[no-math]{fontspec}
\setmainfont{TeX Gyre Termes}
\setsansfont{TeX Gyre Heros}
```

또는

```
\usepackage{kotex}

\setmainfont{영문세리프폰트}
\setsansfont{영문산세리프폰트}
\setmainhangulfont{한글명조체}
\setsanshangulfont{한글고딕체}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \operatorname{Im}(\phi\overline{\mathbf{D}_\nu\phi}) \\ \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible* $C_t\mathcal{H}^1$ *solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible* $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ *solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,
$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$
2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

좌우여백좀 바꾸고 싶어요

```
\setbeamersize{text margin left=0.75cm}
\setbeamersize{text margin right=0.75cm}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi\overline{\mathbf{D}_\nu\phi}) \\ \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible* $C_t\mathcal{H}^1$ *solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible* $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ *solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

요즘엔 와이드 화면이 대세 아니에요?

```
\documentclass[aspectratio={169}]{beamer}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi\overline{\mathbf{D}_\nu\phi}) \\ \quad \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible* $C_t\mathcal{H}^1$ *solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible* $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ *solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

정의를 박스로 두르고 싶어요

```
\usecolortheme{orchid}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi\overline{\mathbf{D}_\nu\phi}) \\ \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

박스가 너무 딱딱해요!

```
\useinnertheme[shadow=true]{rounded}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^{\mu} F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi \overline{\mathbf{D}_{\nu}\phi}) \\ \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

동그란 번호는 촌스러워요

```
\useinnertheme[shadow=true]{rounded}
\useinnertheme{rectangles}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi\overline{\mathbf{D}_\nu\phi}) \\ \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible* $C_t\mathcal{H}^1$ *solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible* $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ *solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

밑에 발표제목, 내 이름, 소속, 페이지 수 넣고 싶어요

```
\useoutertheme{infolines}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^{\mu} F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi \overline{\mathbf{D}_{\nu}\phi}) \\ \Box_{A}\phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu\chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

색깔 바꿀래요!

```
\definecolor{lapis}{cmyk}{1,0.78,0.18,0.04}

\setbeamercolor{structure}{fg=lapis}
\setbeamercolor*{palette primary}{use=structure,fg=white,
bg=structure.fg}
\setbeamercolor*{palette secondary}{use=structure,fg=white,
bg=structure.fg!70!black}
\setbeamercolor*{palette tertiary}{use=structure,fg=white,
bg=structure.fg!15!black}
\setbeamercolor*{palette quaternary}{fg=white,bg=black}


\setbeamercolor*{block body}{bg=lapis!10}
\setbeamercolor*{block title}{fg=white,bg=lapis}
```

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi \overline{\mathbf{D}_\nu \phi}) \\ \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t\mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible* $C_t\mathcal{H}^1$ *solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible* $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ *solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t\mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O}\cap(J\times\mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t\mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t\mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu \chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

A typical example of beamer slide

$$\begin{cases} \partial^\mu F_{\nu\mu} = \mathrm{Im}(\phi \overline{\mathbf{D}_\nu \phi}) \\ \Box_A \phi = 0, \end{cases} \tag{MKG}$$

Definition (Admissible $C_t \mathcal{H}^1$ solutions)

Let $\mathcal{O}$ be an open subset of $\mathbb{R}^{1+4}$.

1. We say that a pair $(A_\mu, \phi) \in C_t \mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ is an *admissible* $C_t \mathcal{H}^1$ *solution* to (MKG) on $\mathcal{O}$ (or *admissible* $C_t \mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ *solution*) if it can be approximated by a sequence $(A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})$ of classical solutions to (MKG) locally in time with respect to the $C_t \mathcal{H}^1$ norm. More precisely, for every compact interval $J \subseteq I(\mathcal{O})$, we have as $n \to \infty$,

$$\|(A_\mu, \phi) - (A_\mu^{(n)}, \phi^{(n)})\|_{C_t \mathcal{H}^1(\mathcal{O} \cap (J \times \mathbb{R}^4))} \to 0.$$

2. We say that two admissible $C_t \mathcal{H}^1(\mathcal{O})$ solutions (A_μ, ϕ) and (A'_μ, ϕ') are *gauge equivalent* if there exists a gauge transform $\chi \in C_t \mathcal{G}^2(\mathcal{O})$ such that $A_\mu = A'_\mu - \partial_\mu \chi$, $\phi = \phi' e^{i\chi}$.

이것도 마음에 안들고 저것도 마음에 안드는데....

그냥 사람들이 쓰는 테마 쓰세요...

- Beamer theme gallery `http://deic.uab.es/~iblanes/beamer_gallery/`
- Metropolis theme `\usetheme{Metropolis}`

굳이 공부하고 싶으시면..

- 권현우, 비머 테마 만들기, 2017 한국텍학회 학술대회 (`http://wiki.ktug.org/wiki/wiki.php/KTSConference/2017`)

알면 유용한 여러가지 팁들 (overlay 효과)

`\pause`는 많이들 알겠지만...

```
\begin{enumerate}
\item<1-> 첫번째부터 계속 나옵니다.
\item<3> 세번째만 나와요.
\item<2-> 두번째부터 계속 나옵니다.
\item<4->  네번째부터 계속 나옵니다.
\item<5> 마지막입니다.
\end{enumerate}
```

1. 첫번째부터 계속 나옵니다.

알면 유용한 여러가지 팁들 (overlay 효과)

`\pause`는 많이들 알겠지만...

```
\begin{enumerate}
\item<1-> 첫번째부터 계속 나옵니다.
\item<3> 세번째만 나와요.
\item<2-> 두번째부터 계속 나옵니다.
\item<4->  네번째부터 계속 나옵니다.
\item<5> 마지막입니다.
\end{enumerate}
```

1. 첫번째부터 계속 나옵니다.

3. 두번째부터 계속 나옵니다.

알면 유용한 여러가지 팁들 (overlay 효과)

`\pause`는 많이들 알겠지만...

```
\begin{enumerate}
\item<1-> 첫번째부터 계속 나옵니다.
\item<3> 세번째만 나와요.
\item<2-> 두번째부터 계속 나옵니다.
\item<4->  네번째부터 계속 나옵니다.
\item<5> 마지막입니다.
\end{enumerate}
```

1. 첫번째부터 계속 나옵니다.
2. 세번째만 나와요.
3. 두번째부터 계속 나옵니다.

알면 유용한 여러가지 팁들 (overlay 효과)

```
\pause는 많이들 알겠지만...

\begin{enumerate}
\item<1-> 첫번째부터 계속 나옵니다.
\item<3> 세번째만 나와요.
\item<2-> 두번째부터 계속 나옵니다.
\item<4->  네번째부터 계속 나옵니다.
\item<5> 마지막입니다.
\end{enumerate}
```

1. 첫번째부터 계속 나옵니다.

3. 두번째부터 계속 나옵니다.
4. 네번째부터 계속 나옵니다.

알면 유용한 여러가지 팁들 (overlay 효과)

```
\pause는 많이들 알겠지만...

\begin{enumerate}
\item<1-> 첫번째부터 계속 나옵니다.
\item<3> 세번째만 나와요.
\item<2-> 두번째부터 계속 나옵니다.
\item<4->  네번째부터 계속 나옵니다.
\item<5> 마지막입니다.
\end{enumerate}
```

1. 첫번째부터 계속 나옵니다.

3. 두번째부터 계속 나옵니다.
4. 네번째부터 계속 나옵니다.
5. 마지막입니다.

알면 유용한 여러가지 팁들 (overlay 효과)

`\uncover<2->{안보였지만 보이지롱!}` or `<2>`

알면 유용한 여러가지 팁들 (overlay 효과)

```
\uncover<2->{안보였지만 보이지롱!} or <2>
```

안보였지만 보이지롱!

```
Let $\Omega$ be a bounded Lipschitz domain in $\mathbb{R}^n$.
\only<1>{First assertion}%
\only<2>{Second assertion}
```

Let Ω be a bounded Lipschitz domain in $\mathbb{R}^n$.

알면 유용한 여러가지 팁들 (overlay 효과)

```
\uncover<2->{안보였지만 보이지롱!} or <2>
```

안보였지만 보이지롱!

```
Let $\Omega$ be a bounded Lipschitz domain in $\mathbb{R}^n$.
\only<1>{First assertion}%
\only<2>{Second assertion}
```

Let Ω be a bounded Lipschitz domain in $\mathbb{R}^n$. First assertion

알면 유용한 여러가지 팁들 (overlay 효과)

```
\uncover<2->{안보였지만 보이지롱!} or <2>
```

안보였지만 보이지롱!

```
Let $\Omega$ be a bounded Lipschitz domain in $\mathbb{R}^n$.
\only<1>{First assertion}%
\only<2>{Second assertion}
```

Let Ω be a bounded Lipschitz domain in $\mathbb{R}^n$. Second assertion

아까거 실전 예시

Theorem

조건은 그대로 두고

- 첫 번째 아이템

```
\begin{theorem}
조건은 그대로 두고
\begin{itemize}
\only<1>{\item 첫 번째 아이템}
\only<2>{\item 두 번째 아이템}
\end{itemize}
\end{theorem}
```

아까거 실전 예시

Theorem

조건은 그대로 두고

- 두 번째 아이템

```
\begin{theorem}
조건은 그대로 두고
\begin{itemize}
\only<1>{\item 첫 번째 아이템}
\only<2>{\item 두 번째 아이템}
\end{itemize}
\end{theorem}
```

섹션 넘어갈때마다 목차 보여줄 수 없어요?

```
\AtBeginSection[]
{

\begin{frame}{Contents}

\tableofcontents[currentsection]

\end{frame}

}
```

슬라이드 매번 쪼개기 귀찮아요

알아서 잘라줍니다 `\begin{frame}[allowframebreaks]{제목}` bla bla bla `\end{frame}`

하수는 두 산 틈에서 나와 돌과 부딪쳐 싸우며, 그 놀란 파도와 성난 물머리와 우는 여울과 노한 물결과 슬픈 곡조와 원망하는 소리가 굽이쳐 돌면서, 우는 듯, 소리치는 듯, 바쁘게 호령하는 듯, 항상 장성을 깨뜨릴 형세가 있어, 전차 만승과 전기 만대나 전포 만가와 전고 만좌로써는 그 무너뜨리고 내뿜는 소리를 족히 형용할 수 없을 것이다. 모래 위에 큰 돌은 홀연히 떨어져 섰고, 강 언덕에 버드나무는 어둡고 컴컴하여 물지킴과 하수 귀신이 다투어 나와서 사람을 놀리는 듯한데, 좌우의 교리가 붙들려고 애쓰는 듯싶었다. 혹은 말하기를, “여기는 옛 전쟁터이므로 강물이 저같이 우는 것이다” 하지만 이는 그런 것이 아니니, 강물 소리는 듣기 여하에 달렸을 것이다.

산중의 내 집 문 앞에는 큰 시내가 있어 매양 여름철이 되어 큰 비가 한번 지나가면, 시냇물이 갑자기 불어서 항상 차기와 포고의 소리를 듣게 되어 드디어 귀에 젖어 버렸다. 내가 일찍이 문을 닫고 누워서 소리 종류를 비교해 보니, 깊은 소나무가 퉁소 소리를 내는 것은 듣는 이가 청아한 탓이요, 산이 찢어지고 언덕이 무너지는 듯한 것은 듣는 이가 분노한 탓이요, 뭇 개구리가 다투어 우는 것은 듣는 이가 교만한 탓이요, 천둥과 우레가 급한 것은 듣는 이가 놀란 탓이요, 찻물이 끓는 듯이 문무가 겸한 것은 듣는 이가 취미로운 탓이요, 거문고가 궁우에 맞는 것은 듣는 이가 슬픈 탓이요, 종이창에

바람이 우는 것은 듣는 이가 의심나는 탓이니, 모두 바르게 듣지 못하고 특히 흉중에 먹은 뜻을 가지고 귀에 들리는 대로 소리를 만든 것이다.

지금 나는 밤중에 한 강을 아홉 번 건넜다. 강은 새외로부터 나와서 장성을 뚫고 유하와 조하·황화·진천 등의 모든 물과 합쳐 밀운성 밑을 거쳐 백하가 되었다. 나는 어제 배로 백하를 건넜는데, 이것은 하류였다.

내가 막 요동 땅에 들어왔을 때는 바야흐로 한여름이라, 뜨거운 볕 밑을 가노라니 홀연 큰 강이 앞에 당하였다. 또한 물결이 산같이 일어나 끝을 볼 수 없으니, 이것은 대개 천리 밖에서 폭우가 온 것이다. 물을 건널 때는 사람들이 모두 머리를 우러러 하늘을 보는데, 나는 생각하기에 사람들이 머리를 들고 쳐다보는 것은 하늘에 묵도하는 것인 줄 알았더니, 나중에 알고 보니 물을 건너는 사람들이 물이 돌아 탕탕히 흐르는 것을 보면 자기 몸은 물이 거슬러 올라가는 것 같고 눈은 강물과 함께 따라 내려가는 것 같아서 갑자기 현기가 나면서 물에 빠지는 것이기 때문에, 그들이 머리를 들어 우러러보는 것은 하늘에 비는 것이 아니라 물을 피하여 보지 않으려 함이었다. 또한 어느 겨를에 잠깐 동안의 목숨을 위하여 기도할 수 있겠는가.

그 위험함이 이와 같으니, 물 소리를 들어보지 못하고 모두 말하기를, “요동 들은 평평하고 넓기 때문에 물 소리가 크게 울지 않는 것이다” 하지만 이것은 물을 알지 못하는 것이다. 요하가 울지 않는 것이 아니라 특히 밤에 건너 보지 않은 때문이니, 낮에는 눈으로 물을 볼 수 있으므로 눈이 오로지 위험한 데만 보면서 무서움을 느껴 도리어 눈이 있는 것을 걱정하는 판인데, 어찌 또 들리는 소리가 있겠는가. 지금 나는 밤중에 물을 건너는지라 눈으로 위험한 것을 볼 수 없으니, 위험은 오로지 듣는 데만 있어 바야흐로 귀로 무서움을 느끼니 걱정을 이기지 못하는 것이다.

나는 이제야 도를 알았도다. 마음이 어두운 자는 이목이 누가 되지 않고, 이목만을 믿는 자는 보고 듣는 것을 더욱 밝혀서 병이 되는 것이다. 이제 내 마부가 발을 말굽을 밟혀서 뒷차에 실리었으므로, 나는 드디어 혼자 고삐를 늦추어 강에 띄우고, 무릎을 구부려 발을 모으고 안장 위에 앉았으니, 한번 떨어지면 강이나 물로 땅을 삼고 물로 옷을 삼으며 물로 몸을 삼고 물로 성정을 삼으니, 이제야 내 마음은 한번 떨어질 것을 판단한 터이므로 내 귓속에 강물 소리가 없어지고, 무릇 아홉 번 건너는데도 걱정이 없어 의자 위에서 좌와하고 기거하는 것 같았다.

옛날 우는 강을 건너는데, 황룡이 배를 등으로 져서 지극히 위험했으나 사생의 판단이 먼저 마음 속에 밝고 보니, 용이거나 지렁이거나, 크거나 작거나 족히 관계될 바 없었다. 소리와 빛은 외물이니 외물이 항상 이목에 누가 되어 사람으로 하여금 똑바로 보고 듣는 것을 잃게 하는 것이 이같거든, 하물며 인생이 세상을 지나는 데 그 험하고 위태로운 것이 강물보다 심하고, 보고 듣는 것이 문득 병이 되는 것임에랴.

로마자 저거 좀...

아예 없애고 싶으면

```
\setbeamertemplate{frametitle continuation}{}
```

두 번째 슬라이드부터 나오게 하고 싶으면

```
\setbeamertemplate{frametitle continuation}{%
    \ifnum\insertcontinuationcount>1
    \insertcontinuationcount
    \fi}
```

화면전환도 됩니다! (Adobe reader, evince는 됩니다)

`\transblindshorizontal`	Horizontal blinds pulled away
`\transblindsvertical`	Vertical blinds pulled away
`\transboxin`	Move to center from all sides
`\transboxout`	Move to all sides from center
`\transdissolve`	Slowly dissolve what was shown before
`\transglitter`	Glitter sweeps in specified direction
`\transslipverticalin`	Sweeps two vertical lines in
`\transslipverticalout`	Sweeps two vertical lines out
`\transhorizontalin`	Sweeps two horizontal lines in
`\transhorizontalout`	Sweeps two horizontal lines out
`\transwipe`	Sweeps single line in specified direction
`\transduration {2}`	Show slide specified number of seconds

e.g.

```
\begin{frame}{title}
\transblindshorizontal

\end{frame}
```

Beamer 슬라이드에 말풍선을 넣고 싶어요

왜 하고 싶으신지는 모르겠으나...

```
\usepackage{tikz}
\usetikzlibrary{shapes.callouts}
\begin{tikzpicture}[overlay]
\node[fill=red!50, rectangle callout, callout relative pointer={(-2,-1)}] at (12,1)
{Nonlinear Schr\"odinger equation};
\node[fill=red!50, rectangle callout, callout relative pointer={(-2,1)}] at (12,-3)
{Hartree equation};
\end{tikzpicture}
```

Nonlinear Schrödinger equation

$$i\partial_t u + \triangle u = |u|^{p-1}u$$

$$i\partial_t u + \triangle u = V(u)u$$

Hartree equation

where $V(u) = |x|^{-n} * |u|^2$.

References

- 김도현, TEX 토큰과 확장: 입력 문자열 처리, 2016 KTUG Conference
- 남수진, mathtools 꾸러미, 2015 KTUG Conference
- 이기황, BibLATEX을 이용한 한국어 참고 문헌 처리의 가능성, 2014 KTUG Conference
- 이주호, Mathematical Typesetting: case study, 2011 문서작성워크숍
- 조진환, 비머를 이용한 동영상 촬영용 강의자료 작성 요령, 공주대학교 문서작성 워크숍 2013
- Charles T. Batts, A Beamer Tutorial in Beamer (via Google)
- M. Høgholm and L. Madsen, The mathtools package