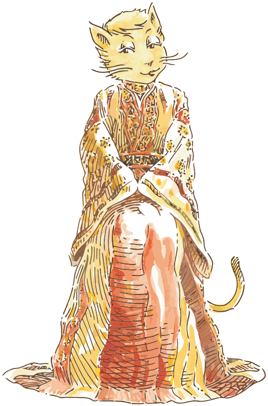


thmtools

thmtools

정리 환경 손쉽게 다루기

THMTOOLS

thmtools: 정리 환경 손쉽게 다루기

이주호

국회예산정책처

2015년 1월 31일 토요일

들어가며

기존 정리류 패키지 돌아보기

shadowbox에 정리를 집어넣던 기억

thmtools의 특징과 기능

자신만의 스타일과 체계 만들기

더 알아둘 것

맺으며

지금 설명할 것

들어가며

기존 정리류 패키지 돌아보기

shadowbox에 정리를 집어넣던 기억

thmtools의 특징과 기능

자신만의 스타일과 체계 만들기

더 알아둘 것

맺으며

수학을 한다는 것

- 정의 definition
- 명제 propositon
- 공리 axiom
- 주의 remark
- 추측 conjecture

수학을 한다는 것 (계속)

- **정리** theorem
- **보조정리** corollary
- **따름정리** lemma

그리고

- **증명** proof

정리류 환경 (theorem-like environment)

정리 (중간값의 정리)

평균값의 정리는 함수 $f(x)$가 폐구간 $[a,b]$에서 연속이고 개구간 (a,b)에서 미분가능일 때

$$f'(c) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

를 만족하는 c가 개구간 (a,b)에 반드시 하나 이상 존재한다.

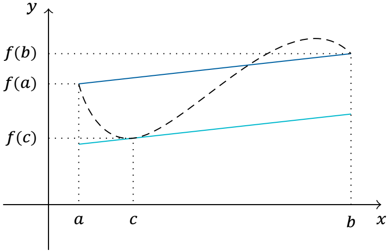


그림: 중간값의 정리

정리류 환경 (theorem-like environment) (계속)

```
\begin{theorem}[중간값의 정리]

평균값의 정리는 함수 $f(x)$가 폐구간 $[a, b]$에서 연속이고 개구간 $(a, b)$에서 미분가
    능일 때
\[
  f'(c) = \frac{f(b) - f(a)}{b-a}
\]
를 만족하는 $c$가 개구간 $(a, b)$에 반드시 하나 이상 존재한다.

\end{theorem}
```

정리류 환경 (theorem-like environment) (계속)

보조정리 (롤 (Rolle) 의 정리)
실변수 함수 f 가 폐구간 $[a, b]$ 에서 연속이고 개구간 (a, b) 에서 미분가능하며 $f(a) = f(b)$ 일 때, $f'(c) = 0$ 이 되는 c 가 구간 (a, b) 사이에 최소한 하나는 존재한다.

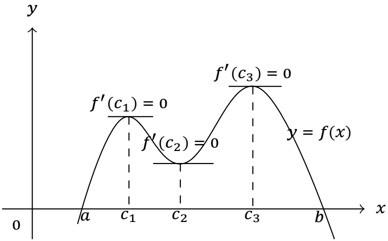


그림: 롤의 정리

정리류 환경 (theorem-like environment) (계속)

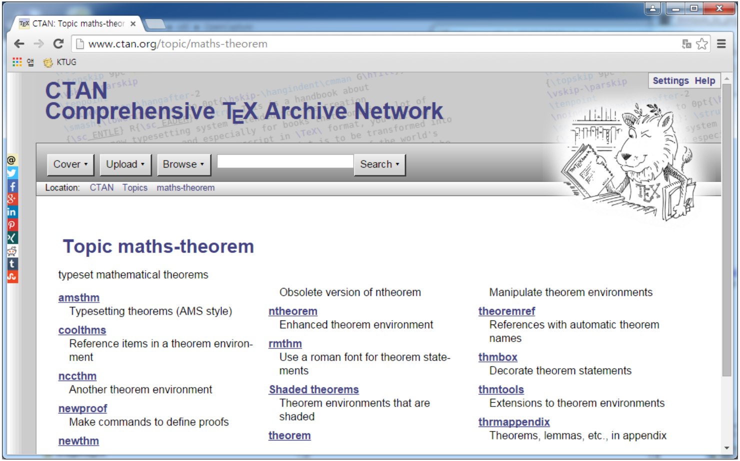
```
\begin{corollary}[롤(Rolle)의 정리]

실변수 함수 $f$가 폐구간 $[a,b]$에서 연속이고 개구간 $(a,b)$에서 미분가능하
    며 $f(a) = f(b)$일 때, $f'(c) = 0$이 되는 $c$가 구간 $(a,b)$ 사이에 최소한
    하나는 존재한다.

\end{corollary}
```

지금 설명할 것

- 들어가며
- 기존 정리류 패키지 돌아보기
- shadowbox에 정리를 집어넣던 기억
- thmtools의 특징과 기능
- 자신만의 스타일과 체계 만들기
- 더 알아둘 것
- 맺으며

CTAN: Topic maths-theorem

수학 정리 구현을 도와주는 많은 패키지



amsthm 패키지

```
% plain, definition, remark: 이미 정의된 세 가지 스타일

\theoremstyle{plain}
\newtheorem{Thm}{Theorem}[chapter]
\newtheorem{Cor}[Thm]{Corollary}
\newtheorem{Lem}[Thm]{Lemma}

\theoremstyle{definition}
\newtheorem{defn}{Definition}[section]
\newtheorem{exm}[defn]{Example}

\theoremstyle{remark}
\newtheorem{rmk}{Remark}
\newtheorem{note}[rmk]{Note}
```

amsthm 패키지 (계속)

```
\section{plain 스타일}
\begin{Thm}
This is the `plain' style.
\end{Thm}

\section{definition 스타일}
\begin{defn}
This is the `definition' style.
\end{defn}

\section{remark 스타일}
\begin{rmk}
This is the `remark' style.
\end{rmk}
```

2.1 plain 스타일

Theorem 2.1. *This is the 'plain' style.*

Theorem 2.2. *This is the 'plain' style.*

Corollary 2.3. *This is the 'plain' style.*

Lemma 2.4. *This is the 'plain' style.*

2.2 definition 스타일

Definition 2.2.1. This is the 'definition' style.

Example 2.2.2. This is the 'definition' style.

2.3 remark 스타일

Remark 1. This is the 'remark' style.

Note 2. This is the 'remark' style.

amsthm 패키지 (계속)

```
% 9개: 새로 정리류 스타일을 만들기 위해 필요한 변수
\newtheoremstyle{korean}% 정리류에 지정할 스타일 이름
{10pt} % Space above
{10pt} % Space below
{\normalfont\upshape\small}% Body font
{1cm}% Indent amount
{\bfseries\sffamily\Large\color{MainColorOne}}% Theorem head font
{\space$\Longrightarrow$}% Punctuation after theorem head
{\newline}% Space after theorem head
{}% Theorem head spec (can be left empty, meaning `normal')

\theoremstyle{korean}
\newtheorem{thm}{정리}[chapter]
\newtheorem{cor}[thm]{보조정리}
\newtheorem{lem}[thm]{따름정리}
```

amsthm 패키지 (계속)

```
\begin{thm}[배꼽점]\label{thm511}
$M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정
    칙곡면이라 할 때, 가우스함수 $Z$의
    미분이 $0$이면,
    즉 $\mathrm{d}Z = 0$이
    면 $M$은 평면 또는 평면의 일부분이
    다.
\end{thm}
```


곡면으로 가우스곡률을 비교적 쉽게 구할 수 있다. 또한, 어떤 함수가 주어졌을 때 그 함수를 가우스곡률로 갖는 곡면의 존재성에 관한 문제를 해결해 줄 수 있는 곡면이기도 하다. 3절에서는 곡면의 또다른 예인 선직면(ruled surface)에 대하여 알아본다. 선직면은 한 곡선과 그 곡선 위에 정의된 벡터장에 의해 만들어지는 곡면으로 가우스곡률이 항상 0보다 작거나 같다. 끝으로 4절에서는 극소곡면(minimal surfaces)에 대하여 알아보기로 한다. 극소곡면은 국소적으로 경계를 고정했을 때 넓이가 최소가 되는 곡면이라고 말할 수 있다.

1.1 대역적 곡면이론

이 절에서는 대역적(global) 곡면이론에 관한 몇 가지 정리를 소개하고자 한다. 여기서는 주로 가우스곡률이 곡면의 위상구조에 어떤 영향을 미치는지에 대하여 알아보기로 한다. 지금까지 그래 왔듯이 앞으로도 정칙곡면 M은 항상 연결집합이라는 것을 가정한다.

정리 1.1 (배꼽점) $\Longrightarrow$
$M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정칙곡면이라 할 때, 가우스함수 Z의 미분이 0이면, 즉 $\mathrm{d}Z = 0$이면 M은 평면 또는 평면의 일부분이다.

증명 한 점 $\mathbf{p} \in M$을 고정하자. $\mathrm{d}Z = 0$이라는 것은 가우스함수 Z가 상수함수임을 나타낸다. 따라서 M이 $\mathbf{p}$를 지나고 Z에 수직인 평면에 포함되는 것을 보이면 된다. $\mathbf{q} \in M$를 임의의 점이라 하면, M은 연결집합이므로 곡선 $\alpha : [0,1] \to M$이 존재하여 $\alpha(0) = \mathbf{p}, \alpha(1) = \mathbf{q}$이다. 이제 함수 h를

$$h(t) = \langle \alpha(t) - \mathbf{p}, Z \rangle$$

라 정의하면, $h(0) = 0$이고 함수 h를 $t \in (0,1)$에 대하여 미분하면

$$h'(t) = \langle \alpha'(t), Z \rangle = 0.$$

따라서 h는 열린구간 $(0,1)$에서 상수함수이고 $[0,1]$에서 연속함수이므로 닫힌구간 $[0,1]$에서 상수함수이다. $h(0)=0$이므로 $h(t)=0$. 특히 $h(1)=\langle \mathbf{q}-\mathbf{p}, Z\rangle = 0$이다. 그러므로 임의의 점 $\mathbf{q}\in M$는 우리가 원하는 평면에 놓인다. ■

정의에 의해 점 $\mathbf{p}\in M$가 평면점이면 $\kappa_1(\mathbf{p})=\kappa_2(\mathbf{p})=0$이다. 그리고 이것은 $\mathrm{d}Z_{\mathbf{p}}=0$인 것과 동치이다. 정리 1.1은 정칙곡면 M의 모든 점이 평면점이면 M은 평면이라는 것을 보여준다.

법곡률의 최대값과 최소값이 일치하는 점을 배꼽점이라 말한다. 예를 들어 평면이나 구면의 모든 점은 배꼽점이다 (4장1절 참고). 중요한 것은 그것의 역 또한 성립한다는 사실이다.

따름정리 1.2 ⟹

$M\subset \mathbf{R}^3$을 연결 정칙곡면이라 하자. 만일 M의 모든 점이 배꼽점이면 M은 구면이나 평면, 또는 그것의 일부분이다.

증명 **첫째단계**: 점 $\mathbf{p}\in M$가 배꼽점이면 모든 접벡터 $\mathbf{v}\in T_{\mathbf{p}}$는 주곡률 방향임을 보이자.

$\mathbf{p}\in M$에서 $\kappa_1(\mathbf{p})=\kappa_2(\mathbf{p})=k$이고 $\mathbf{e}_1,\mathbf{e}_2$를 주곡률 방향이라고 하자. 그러면 임의의 접벡터 $\mathbf{v}=a\mathbf{e}_1+b\mathbf{e}_2\in T_{\mathbf{p}}M$에 대하여

$$\begin{aligned}\mathrm{d}Z_{\mathbf{p}}(\mathbf{v}) &= a\,\mathrm{d}Z_{\mathbf{p}}(\mathbf{e}_1)+b\,\mathrm{d}Z_{\mathbf{p}}(\mathbf{e}_2) && (1.1)\\ &= -a\,k\,\mathbf{e}_1-b\,k\,\mathbf{e}_2 && (1.2)\\ &= -k\,\mathbf{v}. && (1.3)\end{aligned}$$

둘째단계: $\mathbf{x}:D\subset\mathbf{R}^2\to M$을 좌표함수라 하고 $V=\mathbf{x}(D)$라 놓자. 그러면 V는 평면 또는 구면의 일부분임을 증명하자.

가정에 의해 각 점 $\mathbf{q}\in V$가 배꼽점이므로 **첫단계**에 의해 임의의 접벡터 $\mathbf{v}=a\mathbf{x}_u+b\mathbf{x}_v\in T_{\mathbf{q}}M$에 대하여

$$\mathrm{d}Z_{\mathbf{q}}(\mathbf{v})=\lambda(\mathbf{q})\mathbf{v}. \qquad (1.4)$$

둘째 단계에 의해 $V_1=V$는 평면의 일부이거나 구면의 일부이다. 만일 $V_1=V$가 평면의 일부이면 식 (1.12)에 의해 모든 $j=1,\cdots,m$에 대하여 V_j는 **같은** 평면의 일부이어야 한다. 따라서 점 $\mathbf{q}$의 근방인 V_m도 같은 평면의 일부이다. 만일 V_1이 구면의 일부이면 같은 이유에 의해 모든 j에 대하여 V_j도 같은 구면의 일부이어야만 한다. 결과적으로 M 전체는 평면이거나 구면 또는 그것의 일부분이다. ■

정리 1.2에 의하면 연결집합인 정칙곡면 M의 모든 점이 배꼽점이면 M은 구면 또는 평면이 된다. 따라서 다음 정리가 성립한다.

보조정리 1.3 ⟹

정칙곡면 M의 모든 점이 배꼽점이면 M은 상수인 가우스곡률 $K\geq 0$을 갖는다.

보조정리 1.4 (당연한 따름정리) ⟹

정칙곡면 $M\subset\mathbf{R}^3$의 모든 점이 배꼽점이고 $K>0$이면 M은 반지름이 $\dfrac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다.

증명(날쌘 정리의 증명) 이 정리는 정리 1.2와 따름정리 1.3에 의하여 성립한다. 또한 다음과 같은 방법으로 직접 보일 수도 있다.

가정에 의해 각 점 $\mathbf{p}\in M$에서 $\kappa_1(\mathbf{p})=\kappa_2(\mathbf{p})=k(\mathbf{p})\neq 0$이므로 $\kappa(\mathbf{p})>0$을 가정해도 된다. 한 점 $\mathbf{p}\in M$을 고정하고 점 $\mathbf{c}$를

$$\mathbf{c}=\mathbf{p}+\frac{1}{k(\mathbf{p})}Z(\mathbf{p})$$

라 놓자. 곡면 위의 임의의 점 $\mathbf{q}\in M$에 대하여 M이 연결집합이므로 $\alpha(0)=\mathbf{p}$, $\alpha(1)=\mathbf{q}$인 곡선 $\alpha:[0,1]\to M$이 존재한다. 이제 곡선 γ를

$$\gamma(t)=\alpha(t)+\frac{1}{k(\alpha(t))}Z(\alpha(t))=\alpha(t)+\frac{1}{k}Z(t)$$

사용자가 직접 정리 환경 만들기

```
\newcounter{thm} % 새 카운터를 만들고
\setcounter{thm}{0} % 0으로 초기화

\newenvironment{thm}[1][\empty]{% 옵션 변수 하나를 받을 예정
\refstepcounter{thm} % 이게 있어야 번호가 순차적으로 늘어나며 \label과 \ref 가능
\begin{framed}
\ifx#1\empty
\noindent{\bfseries\sffamily정리 \thechapter.\thethm}\quad
\else
\noindent{\bfseries\sffamily정리 \thechapter.\thethm\enskip
    ({\small#1})}\quad % 정리 [ ] 안에 있는 부가 설명을 괄호 ( ) 안에 표시
\fi
}{\end{framed}}
```

사용자가 직접 정리 환경 만들기 (계속)

```
\colorlet{shadecolor}{MainColorOne!20}
\newenvironment{cor}[1][\empty]{
% \refstepcounter{thm} % 앞에서 선언했으니깐 이것 필요 없어
\begin{snugshade}
\ifx#1\empty
\noindent{\bfseries\sffamily보조정리 \thechapter.\thethm}\quad % 정리의 카운
    터를 이어서 사용
\else
\noindent{\bfseries\sffamily보조정리 \thechapter.\thethm\enskip
  ({\small#1})}\quad
\fi
}{
\end{snugshade}
}
```

사용자가 직접 정리 환경 만들기 (계속)

```
\begin{thm}[배꼽점]\label{thm511}
$M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정
     칙곡면이라 할 때, 가우스함수 $Z$의
     미분이 $0$이면,
     즉 $\mathrm{d}Z = 0$이
     면 $M$은 평면 또는 평면의 일부분이
     다.
\end{thm}
```


곡면으로 가우스곡률을 비교적 쉽게 구할 수 있다. 또한, 어떤 함수가 주어졌을 때 그 함수를 가우스곡률로 갖는 곡면의 존재성에 관한 문제를 해결해 줄 수 있는 곡면이기도 하다. 3절에서는 곡면의 또다른 예인 선직면(ruled surface)에 대하여 알아본다. 선직면은 한 곡선과 그 곡선 위에 정의된 벡터장에 의해 만들어지는 곡면으로 가우스곡률이 항상 0보다 작거나 같다. 끝으로 4절에서는 극소곡면(minimal surfaces)에 대하여 알아보기로 한다. 극소곡면은 국소적으로 경계를 고정했을 때 넓이가 최소가 되는 곡면이라고 말할 수 있다.

1.1 대역적 곡면이론

이 절에서는 대역적(global) 곡면이론에 관한 몇 가지 정리를 소개하고자 한다. 여기서는 주로 가우스곡률이 곡면의 위상구조에 어떤 영향을 미치는지에 대하여 알아보기로 한다. 지금까지 그래 왔듯이 앞으로도 정칙곡면 M은 항상 연결집합이라는 것을 가정한다.

정리 1.1 (배꼽점) $M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정칙곡면이라 할 때, 가우스함수 Z의 미분이 0이면, 즉 $\mathrm{d}Z = 0$이면 M은 평면 또는 평면의 일부분이다.

증명 한 점 $\mathbf{p} \in M$을 고정하자. $\mathrm{d}Z = 0$이라는 것은 가우스함수 Z가 상수함수임을 나타낸다. 따라서 M이 $\mathbf{p}$를 지나고 Z에 수직인 평면에 포함되는 것을 보이면 된다. $\mathbf{q} \in M$를 임의의 점이라 하면, M은 연결집합이므로 곡선 $\alpha : [0,1] \to M$이 존재하여 $\alpha(0) = \mathbf{p}, \alpha(1) = \mathbf{q}$이다. 이제 함수 h를

$$h(t) = \langle \alpha(t) - \mathbf{p}, Z \rangle$$

라 정의하면, $h(0) = 0$이고 함수 h를 $t \in (0,1)$에 대하여 미분

라 놓자. 곡면 위의 임의의 점 $\mathbf{q} \in M$에 대하여 M이 연결집합이므로 $\alpha(0) = \mathbf{p}$, $\alpha(1) = \mathbf{q}$인 곡선 $\alpha : [0,1] \to M$이 존재한다. 이제 곡선 γ를

$$\gamma(t) = \alpha(t) + \frac{1}{k(\alpha(t))} Z(\alpha(t)) = \alpha(t) + \frac{1}{k} Z(t)$$

라 정의하자. 그러면 도움정리 1.1에 의해 $K = k^2$이 상수이므로,

$$\gamma'(t) = \alpha'(t) + \frac{1}{k} Z'(t)$$

이다. 한편, M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률 방향이 된다. 따라서

$$Z'(t) = dZ(\alpha'(t)) = -k\alpha'(t).$$

■

정리 1.2 (정칙곡면과 구의 관계) 정칙곡면 $M \subset \mathbf{R}^3$의 모든 점이 배꼽점이고 $K > 0$이면 M은 반지름이 $\frac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다. M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이 된다. $K > 0$이면 M은 반지름이 $\frac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다. M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이 된다. $K > 0$이면 M은 반지름이 $\frac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다. M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이 된다. $K > 0$이면 M은 반지름이 $\frac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다. M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이 된다.

증명 한편, M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이

를 만족한다 (그림 1.1). 따라서

$$\alpha([0,1]) \subset \bigcup_{j=1}^{m} V_j.$$

둘째 단계에 의해 $V_1 = V$는 평면의 일부이거나 구면의 일부이다. 만일 $V_1 = V$가 평면의 일부이면 식 (1.12)에 의해 모든 $j = 1, \cdots, m$에 대하여 V_j는 **같은** 평면의 일부이어야 한다. 따라서 점 $\mathbf{q}$의 근방인 V_m도 같은 평면의 일부이다. 만일 V_1이 구면의 일부이면 같은 이유에 의해 모든 j에 대하여 V_j도 같은 구면의 일부이어야만 한다. 결과적으로 M 전체는 평면이거나 구면 또는 그것의 일부분이다. ■

정리 1.1에 의하면 연결집합인 정칙곡면 M의 모든 점이 배꼽점이면 M은 구면 또는 평면이 된다. 따라서 다음 정리가 성립한다.

보조정리 1.1 정칙곡면 M의 모든 점이 배꼽점이면 M은 상수인 가우스곡률 $K \geq 0$을 갖는다.

보조정리 1.1 (당연한 따름정리) 정칙곡면 $M \subset \mathbf{R}^3$의 모든 점이 배꼽점이고 $K > 0$이면 M은 반지름이 $\frac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다.

증명 (날쌘 정리의 증명) 이 정리는 정리 1.1와 따름정리 1.1에 의하여 성립한다. 또한 다음과 같은 방법으로 직접 보일 수도 있다.

가정에 의해 각 점 $\mathbf{p} \in M$에서 $\kappa_1(\mathbf{p}) = \kappa_2(\mathbf{p}) = k(\mathbf{p}) \neq 0$이므로 $\kappa(\mathbf{p}) > 0$을 가정해도 된다. 한 점 $\mathbf{p} \in M$을 고정하고 점 $\mathbf{c}$를

$$\mathbf{c} = \mathbf{p} + \frac{1}{k(\mathbf{p})} Z(\mathbf{p})$$

ntheorem 패키지

```
\usepackage{amsmath}
\usepackage[amsmath,framed,thmmarks]{ntheorem} % 옵션을 눈여겨 봐야

% 이 패키지는 shaded theorem을 만들 때 를pstricks 사용한다.
% 이와 관련하여 많은 옵션 및 패키지 충돌과 에러가 발생한다.
% 정신 건강을 위해 다음을 정의한다.
\def\theoremframecommand{\colorbox{MainColorOne!10}}

...
% 정리류
\theoremstyle{plain}
\theoremheaderfont{\sffamily\bfseries}
\theorembodyfont{\normalfont}
\theoremseparator{$\Longrightarrow$}
\theorempreskip{\topsep}
\theorempostskip{\topsep}
```

ntheorem 패키지 (계속)

```
% \theoremindent{0pt}
\theoremnumbering{arabic}
\theoremsymbol{}

\newframedtheorem{thm}{정리}[chapter]
\newshadedtheorem{lem}[thm]{따름정리}
\newshadedtheorem{cor}[thm]{보조정리}
% \shadecolor{MainColorOne!10} % 이거 때문에 말썽!

% 증명
\theoremheaderfont{\bfseries\sffamily}
\theorembodyfont{\upshape}
\theoremstyle{nonumberplain}
\theoremseparator{}
\theoremsymbol{\color{MainColorOne!50}\rule{1ex}{1ex}}
\newtheorem{proof}{증명}
```

ntheorem 패키지 (계속)

```
\begin{thm}[배꼽점]\label{thm511}
$M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정
    칙곡면이라 할 때, 가우스함수 $Z$의
    미분이 $0$이면,
    즉 $\mathrm{d}Z = 0$이
    면 $M$은 평면 또는 평면의 일부분이
    다.
\end{thm}
```

2 제 1 장 여러 가지 곡면

곡면으로 가우스곡률을 비교적 쉽게 구할 수 있다. 또한, 어떤 함수가 주어졌을 때 그 함수를 가우스곡률로 갖는 곡면의 존재성에 관한 문제를 해결해 줄 수 있는 곡면이기도 하다. 3절에서는 곡면의 또다른 예인 선직면(ruled surface)에 대하여 알아본다. 선직면은 한 곡선과 그 곡선 위에 정의된 벡터장에 의해 만들어지는 곡면으로 가우스곡률이 항상 0보다 작거나 같다. 끝으로 4절에서는 극소곡면(minimal surfaces)에 대하여 알아보기로 한다. 극소곡면은 국소적으로 경계를 고정했을 때 넓이가 최소가 되는 곡면이라고 말할 수 있다.

1.1 대역적 곡면이론

이 절에서는 대역적(global) 곡면이론에 관한 몇 가지 정리를 소개하고자 한다. 여기서는 주로 가우스곡률이 곡면의 위상구조에 어떤 영향을 미치는지에 대하여 알아보기로 한다. 지금까지 그래 왔듯이 앞으로도 정칙곡면 M은 항상 연결집합이라는 것을 가정한다.

정리 1.1 (배꼽점)$\Longrightarrow$ $M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정칙곡면이라 할 때, 가우스함수 Z의 미분이 0이면, 즉 $\mathrm{d}Z = 0$이면 M은 평면 또는 평면의 일부분이다.

증명 한 점 $\mathbf{p} \in M$을 고정하자. $\mathrm{d}Z = 0$이라는 것은 가우스함수 Z가 상수함수임을 나타낸다. 따라서 M이 $\mathbf{p}$를 지나고 Z에 수직인 평면에 포함되는 것을 보이면 된다. $\mathbf{q} \in M$를 임의의 점이라 하면, M은 연결집합이므로 곡선 $\alpha : [0,1] \to M$이 존재하여 $\alpha(0) = \mathbf{p}, \alpha(1) = \mathbf{q}$이다. 이제 함수 h를

$$h(t) = \langle \alpha(t) - \mathbf{p}, Z \rangle$$

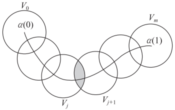


그림 1.1: 멋진 그림

점이라고 하면 연결집합의 정의에 의해 $\alpha(0) = \mathbf{p}$이고 $\alpha(1) = \mathbf{q}$를 만족하는 연속인 곡선 $\alpha : [0,1] \to M$이 존재한다. 각각의 $\alpha(t)$에 대하여 $V_t \subset M$를 하나의 좌표함수로 나타낼 수 있는 $\alpha(t)$의 근방을 택하자. 그러면

$$\bigcup_{t\in[0,1]} \alpha^{-1}(V_t)$$

는 닫힌구간 $[0,1]$의 열린덮개(open covering)가 된다. $[0,1]$이 옹골집합이므로 유한개의 열린덮개 $\alpha^{-1}(V_1), \cdots, \alpha^{-1}(V_m)$, $V_1 = V$가 존재하여

$$\bigcup_{j=1}^{m} \alpha^{-1}(V_j) = [0,1]$$

이고, 각 $j = 1, \cdots, m$에 대하여

$$\alpha^{-1}(V_j) \cap \alpha^{-1}(V_{j+1}) \neq \emptyset \tag{1.12}$$

를 만족한다(그림 1.1). 따라서

$$\alpha([0,1]) \subset \bigcup_{j=1}^{m} V_j.$$

둘째 단계에 의해 $V_1 = V$는 평면의 일부이거나 구면의 일부이다. 만일 $V_1 = V$가 평면의 일부이면 식 (1.12)에 의해 모든 $j = 1, \cdots, m$

에 대하여 V_j는 같은 평면의 일부이어야 한다. 따라서 점 q의 근방인 V_m도 같은 평면의 일부이다. 만일 V_1이 구면의 일부이면 같은 이유에 의해 모든 j에 대하여 V_j도 같은 구면의 일부이어야만 한다. 결과적으로 M 전체는 평면이거나 구면 또는 그것의 일부분이다. ■

정리 1.2에 의하면 연결집합인 정칙곡면 M의 모든 점이 배꼽점이면 M은 구면 또는 평면이 된다. 따라서 다음 정리가 성립한다.

보조정리 1.3$\Longrightarrow$ 정칙곡면 M의 모든 점이 배꼽점이면 M은 상수인 가우스곡률 $K \geq 0$을 갖는다.

보조정리 1.4 (당연한 따름정리)$\Longrightarrow$ 정칙곡면 $M \subset \mathbf{R}^3$의 모든 점이 배꼽점이고 $K > 0$이면 M은 반지름이 $\dfrac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다.

증명 (날쌘 정리의 증명) 이 정리는 정리 1.2와 따름정리 1.3에 의하여 성립한다. 또한 다음과 같은 방법으로 직접 보일 수도 있다.

가정에 의해 각 점 $\mathbf{p} \in M$에서 $\kappa_1(\mathbf{p}) = \kappa_2(\mathbf{p}) = k(\mathbf{p}) \neq 0$이므로 $\kappa(\mathbf{p}) > 0$을 가정해도 된다. 한 점 $\mathbf{p} \in M$을 고정하고 점 $\mathbf{c}$를

$$\mathbf{c} = \mathbf{p} + \frac{1}{k(\mathbf{p})} Z(\mathbf{p})$$

라 놓자. 곡면 위의 임의의 점 $\mathbf{q} \in M$에 대하여 M이 연결집합이므로 $\alpha(0) = \mathbf{p}$, $\alpha(1) = \mathbf{q}$인 곡선 $\alpha : [0,1] \to M$이 존재한다. 이제 곡선 γ를

$$\gamma(t) = \alpha(t) + \frac{1}{k(\alpha(t))} Z(\alpha(t)) = \alpha(t) + \frac{1}{k} Z(t)$$

지금 설명할 것

- 들어가며
- 기존 정리류 패키지 돌아보기
- shadowbox에 정리를 집어넣던 기억
- thmtools의 특징과 기능
- 자신만의 스타일과 체계 만들기
- 더 알아둘 것
- 맺으며

shadowbox, 정리에 씌우기

애송이 시절

```
% 정리
\newcommand\mybox[1]{ % without PSTricks !
        \fboxsep=0.5pt%
        \par\vspace{3.0 mm}\noindent%
        \shadowbox{%
        \colorbox{Lcyan}{%
                \begin{minipage}{0.96\linewidth} \par
                \smallskip \par
                \begin{center}
                \begin{minipage}{0.96 \linewidth} #1 \end{minipage}
                \vspace*{1mm}\end{center} \par
                \end{minipage}%
        }}%
\par\bigskip}
```

shadowbox, 정리에 씌우기 (계속)

애송이 시절

```
\newtheorem{ab}{\gt 정리}[chapter]

\newcommand{\tthm}{\begin{minipage}{2.0cm}
  \renewcommand{\baselinestretch}{1.1}
    \begin{ab} \end{ab}
    \end{minipage} \hspace{2mm}
\parindent=6mm}

\newenvironment{thm}{%
\tthm\hspace*{-1cm}
{\nolinebreak[1]}
}
```

shadowbox, 정리에 씌우기 (계속)

애송이 시절

```
\mybox{
\begin{thm}
곡면 $M \subset{\Bbb E}^3$의 Gauss
      곡률 $K는$ $K=det(S)$이고, 평균
      곡률 $H는$ $H=\frac{1}{2} tr(
      S)$이
      다.
\end{thm}
}
```

160 ◆◆◆ 제 5 장 곡면기하학

> **정리 5.11** 곡면 $M \subset \mathbb{E}^3$의 Gauss곡률 K는 $K = det(S)$이고, 평균곡률 H는 $H = \frac{1}{2}tr(S)$이다.

[증명] 만약 $\mathbf{e}_1$, $\mathbf{e}_2$를 점 $\mathbf{p}$에서 주벡터라 하면

$$S(\mathbf{e}_1) = \kappa_1\mathbf{e}_1 = \kappa_1\mathbf{e}_1 + 0\mathbf{e}_2,\ S(\mathbf{e}_2) = \kappa_2\mathbf{e}_2 = 0\mathbf{e}_1 + \kappa_2\mathbf{e}_2$$

이다. 따라서 $\mathbf{e}_1$, $\mathbf{e}_2$에 대한 선형사상 $S_\mathbf{p}$의 표현행렬은

$$\begin{pmatrix} \kappa_1(p) & 0 \\ 0 & \kappa_2(p) \end{pmatrix}$$

이므로 Gauss곡률 K와 평균곡률 H에 대해 다음이 성립한다.

$$K(\mathbf{p}) = \kappa_1(\mathbf{p})\kappa_2(\mathbf{p}) = det(S_\mathbf{p}),$$
$$H(\mathbf{p}) = \frac{1}{2}(\kappa_1(\mathbf{p}) + \kappa_2(\mathbf{p})) = \frac{1}{2}tr(S_\mathbf{p}).$$

이 두 식은 M 위의 임의의 점 $\mathbf{p}$에서 성립하므로

$$K = det(S),\ H = \frac{1}{2}tr(S)$$

이다. ▣

[참고] 한 점 $\mathbf{p}$에서 Gauss곡률의 부호에 따른 곡면의 모양

(1) $K(\mathbf{p}) > 0$이면 $\mathbf{p}$는 타원점이다. 이를 확인해 보면 다음과 같다. $\kappa_1(\mathbf{p})$와 $\kappa_2(\mathbf{p})$는 같은 부호를 갖는다. 따라서 점 $\mathbf{p}$에서 모든 벡터 $\mathbf{u}$에 대해 $\kappa_n(\mathbf{u}) > 0$이거나 $\kappa_n(\mathbf{u}) < 0$이다. 그러므로 M은 $\mathbf{p}$에서 모든 방향으로 접평면 $T_\mathbf{p}(M)$에 대하여 한쪽으로만 구부러져 있다(그림 5.9의 (1)).

(2) $K(\mathbf{p}) < 0$이면 $\mathbf{p}$는 쌍곡점이다. $\kappa_1(\mathbf{p})$와 $\kappa_2(\mathbf{p})$는 서로 다른 부호를 가지므로 점 $\mathbf{p}$근방에서 곡면은 안장곡면과 같은 꼴이 되며, 접평면 $T_\mathbf{p}(M)$은 곡면 M의 $\mathbf{p}$근방에서 양쪽에 놓이게 된다(그림 5.9의 (2)).

(3) $K(\mathbf{p}) = 0$인 경우는 $\mathbf{p}$는 포물점이거나 평탄점이다. 이를 더 세분해보면

(a) $\kappa_1(\mathbf{p}) \neq 0,\ \kappa_2(\mathbf{p}) = 0$

(b) $\kappa_1(\mathbf{p}) = 0,\ \kappa_2(\mathbf{p}) \neq 0$

(c) $\kappa_1(\mathbf{p}) = \kappa_2(\mathbf{p}) = 0$

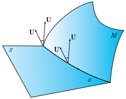


그림 5.10

[증명] $\mathbf{U}$와 $\mathbf{V}$를 곡선 α를 따라 각각 M과 π에 대한 단위법벡터장들이라 하자. π는 평면이므로 $\mathbf{V}$는 평행하고, 따라서 $\mathbf{V}' = 0$이다. 가정에 의해 $< \mathbf{U}, \mathbf{V} >$=상수이므로

$$0 =< \mathbf{U}, \mathbf{V} >' =< \mathbf{U}', \mathbf{V} >$$

이다. 한편 $\mathbf{U}$는 단위벡터장이므로 $< \mathbf{U}', \mathbf{U} >= 0$이다. 따라서 $\mathbf{U}'$는 $\mathbf{U}$와 $\mathbf{V}$에 직교한다. 그런데 α'도 $\mathbf{U}$와 $\mathbf{V}$에 직교하므로, $\mathbf{U}'$와 α'는 일직선위에 있다(공선이다). 그러므로 정리 5.13의 (1)에 의해 α는 주곡선이다. ▣

예제 5.5.1 회전면 M의 경도선(*meridian*)과 위도선(*parallel*)은 M의 주곡선이 됨을 보여라.

[풀이] 경도선은 회전축을 지나는 평면 π로 M을 절단했을 때 생기는 곡선이고, 위도선은 회전축에 수직인 평면 P로 절단했을 때 얻어지는 곡선(원)이다. 전자의 경우는 평면 π가 M에 수직이므로 $\mathbf{U}$와 $\mathbf{V}$는 경도선을 따라서 직교하고, 후자의 경우는 회전에 관하여 대칭이므로 평면 P는 위도선을 따라서 M과 일정한 각도를 이룬다. ▣

> **정리 5.15** 매개변수곡선들이 주곡선이 될 필요충분조건은
>
> $$F = M = 0$$
>
> 이다.

[증명] 이 정리는 제점이 아닌 경우에 성립하는 것이다. 제점이 아닌 곡면 위의 한 점에서 u-와 v-매개변수곡선들이 주곡선이라 가정하자. $\frac{\mathbf{x}_u}{\|\mathbf{x}_u\|}$와 $\frac{\mathbf{x}_v}{\|\mathbf{x}_v\|}$는 주벡터이므로 4.8절의 방정식 (4.3)은 du=상수, dv=0과 $du = 0$, dv=상수에 대

5.5 곡면 상의 특수곡선

곡면 $M \subset \mathbb{E}^3$에서 정의된 기하학적으로 중요한 몇가지 형태의 곡선에 대해 살펴보기로 하자.

> **정의 5.5** $M \subset \mathbb{E}^3$에 놓인 정칙곡선 α에 대하여 각 점에서 α'가 항상 주방향일 때, α를 **주곡선**(*principal curve*)이라고 한다.

[참고] 주곡선은 항상 $\mathbb{E}^3$에서 M의 구부러짐이 최대 또는 최소가 되는 방향으로 진행한다. 매개변수의 변화를 무시하면, 제점이 아닌 M의 각 점을 지나는 주곡선은 오직 두 개만 존재하며, 이들은 서로 직교한다. 제점 $\mathbf{p}$에서는 모든 방향이 주방향이므로 $\mathbf{p}$근방에서 주곡선의 형태는 매우 복잡해질 수 있다.

> **정리 5.13** α를 $M \subset \mathbb{E}^3$에 놓인 정칙곡선이라 하고, $\mathbf{U}$를 M의 단위법벡터장이라 하면,
>
> (1) α는 주곡선이다. ⇔ $\mathbf{U}'$와 α'는 각 점에서 공선이다.
>
> (2) α가 주곡선이면 α'방향으로 M의 주곡률은 $\dfrac{< \alpha'', \mathbf{U} >}{< \alpha', \alpha' >}$이다.

[증명] (1) 법곡률의 정의와 정리 5.8에 의해

$$\begin{aligned}\kappa_n\left(\frac{\alpha'}{\|\alpha'\|}\right) &= \frac{1}{\|\alpha'\|^2} < S(\alpha'),\ \alpha' > \\ &= \frac{< -\mathbf{U}',\ \alpha' >}{\|\alpha'\|^2} = \frac{< \alpha'',\ \mathbf{U} >}{\|\alpha'\|^2}\end{aligned} \qquad (*)$$

이 극대 또는 극소가 될 조건(즉, α가 주곡선일 조건)은 $S(\alpha')$와 α'가 공선인 것이므로, 결국 $\mathbf{U}'$와 α'가 공선인 것이다. 이것은 α''가 각 점에서 M에 직교함을 의미한다.

(2) α가 주곡선이므로 $\frac{\alpha'}{\|\alpha'\|}$가 주벡터이고 (1)의 식($*$)에 의해 주곡률이 구해진다. ▣

> **정리 5.14** α를 곡면 $M \subset \mathbb{E}^3$을 평면 π로 잘랐을 때 생기는 곡선이라 하자. 만약 M과 π사이의 각도가 α를 따라서 일정하다면 α는 M의 주곡선이다.

shadowbox, 정리에 씌우기

약간 철든 시절

```
%% 정리 설정
\newcounter{Thm}[chapter]
\newsavebox{\Thm}
\newcommand{\Thmname}{\noindent
\textbf{\textgl{정리 \theThm}}
}

\newenvironment{thm}[1][\@empty]{%
\refstepcounter{Thm}
\par\vspace{\onelineskip}
\noindent\centering
\begin{Sbox}%
\centering\begin{minipage}{0.9\linewidth}\vspace{.5\onelineskip}
{\ifx #1\@empty
```

shadowbox, 정리에 씌우기 (계속)

약간 철든 시절

```
        \Thmname
    \else
        \Thmname \textbf{\textgl{(#1)}}
    \fi}}
    {\par\vspace{.5\onelineskip}\end{minipage}
    \end{Sbox}%
    \setlength\fboxsep{.5em}
    \shadowbox{\colorbox{Lcyan}{\TheSbox}}
    \par\vspace{\onelineskip}}
```

shadowbox, 정리에 씌우기 (계속)

약간 철든 시절

```
\begin{thm}[다섯 가지 결합자]
\label{fiveconnective}
임의의 두 명제 $p, q$ 사이에 결합
    자 $\vee$를 붙여서 합성명
    제 $p \vee q$를 구성한
    다. $p \vee q$의 진리값은
    표 \ref{TFtable}에 의하여 정의
    한다. 따라서 결합자 $\vee$는 위에
    서 언급된 첫 번째 명제에서와 같이 포
    함하는 뜻에서의 “또는”으로 정의한다.
\end{thm}
```

4 제 1 장 초등논리

표 1.1: $p \vee q$의 진리값

p	q	$p \vee q$
T	T	T
T	F	T
F	T	T
F	F	F

한다.

정리 1 임의의 두 명제 p, q 사이에 결합자 $\vee$를 붙여서 합성명제 $p \vee q$를 구성한다. $p \vee q$의 진리값은 다음 표 4에 의하여 정의한다. 따라서 결합자 $\vee$는 위에서 언급된 첫 번째 명제에서와 같이 포함하는 뜻에서의 “또는”으로 정의한다.

명제 $p, q, r, \cdots$ 을 연결하여 합성명제를 구성하는 방법은 여러 가지가 있으나 흔히 이용되고 있는 것으로 다섯 가지가 있다. 이 다섯 가지의 결합자(connective)는 다음과 같다.

정리 2 (다섯 가지 결합자) 임의의 두 명제 p, q 사이에 결합자 $\vee$를 붙여서 합성명제 $p \vee q$를 구성한다. $p \vee q$의 진리값은 표 1.1에 의하여 정의한다. 따라서 결합자 $\vee$는 위에서 언급된 첫 번째 명제에서와 같이 포함하는 뜻에서의 “또는”으로 정의한다.

2.3.3 정리 환경

```
%% ‘정리’ 설정
\newcounter{Thm}[chapter]
\newsavebox{\Thm}
\newcommand{\Thmname}{\noindent
\textbf{\textgl{정리~\theThm}}
}

\newenvironment{thm}[1][\@empty]{%
\refstepcounter{Thm}
\par\vspace{\onelineskip}
\noindent\centering
\begin{Sbox}%
\centering\begin{minipage}{0.9\linewidth}\vspace{.5\onelineskip}
{\ifx #1\@empty
      \Thmname
\else
      \Thmname~\textbf{\textgl{(#1)}}
\fi}}
{\par\vspace{.5\onelineskip}\end{minipage}
\end{Sbox}%
\setlength\fboxsep{.5em}
\shadowbox{\colorbox{Lcyan}{\TheSbox}}
\par\vspace{\onelineskip}}
```

✎ 정리환경은 \fancybox패키지의 \shadowbox내부를 옅은 Cyan 색으로 칠하고, \Thm카운터를 이용하여 번호를 붙여 내용을 집어넣는다.

✎ 이를 위해 *Sbox*를 사용한 것을 눈여겨 보라. 어떤 box를 환경으로 정의할 때 사용자들이 많이 힘들어하는 부분이다.[2] 아무튼 정리 환경의 예는 다음과 같다.

[2]본문 내용은 box 안에 잘 들어가는데 정리 X같은 항목 머리가 잘 붙지 않거나, \shadowbox의 길이를 원하는 대로 잘 제어하지 못하는 경우 등이 그러하다.

정리 1 임의의 두 명제 p,q 사이에 결합자 $\vee$를 붙여서 합성명제 $p\vee q$를 구성한다. $p\vee q$의 진리값은 다음 표 4에 의하여 정의한다. 따라서 결합자 $\vee$는 위에서 언급된 첫 번째 명제에서와 같이 포함하는 뜻에서의 “또는”으로 정의한다.

✎ [1][\@empty]과 \ifx #1\@empty 부분이 있는데, 이는 정리 환경에 옵션을 하나 준 것이다. 정리 환경을 부르고 옵션을 [와] 사이에 넣으면 정리의 ‘특별한 명칭’ 같은 것을 넣을 수 있다.

정리 2 (다섯 가지 결합자) 임의의 두 명제 p,q 사이에 결합자 $\vee$를 붙여서 합성명제 $p\vee q$를 구성한다. $p\vee q$의 진리값은 표 1.1에 의하여 정의한다. 따라서 결합자 $\vee$는 위에서 언급된 첫 번째 명제에서와 같이 포함하는 뜻에서의 “또는”으로 정의한다.

✎ \shadowbox의 그림자 두께는 \shadowsize를 재조정하여 조절할 수 있다. 그림자 색상을 바꾸려면 원 fancybox소스에서 약간 해킹을 해야한다. 다음은 그림자 두께를 2 포인트로, 색상을 **Cyan**으로 바꾼 것이다.

```
\makeatletter
%%섀도우 색상과 섀도우 두께 재정의
\def\shadowbox{\VerbBox\@shadowbox}
\def\@shadowbox#1{%
  \setbox\@fancybox\hbox{\fbox{#1}}%
  \leavevmode\vbox{%
    \offinterlineskip
    \dimen@=\shadowsize
    \advance\dimen@ .5\fboxrule
    \hbox{\copy\@fancybox\kern-.5\fboxrule\lower\shadowsize\hbox{%
```

shadowbox, 정리에 씌우기

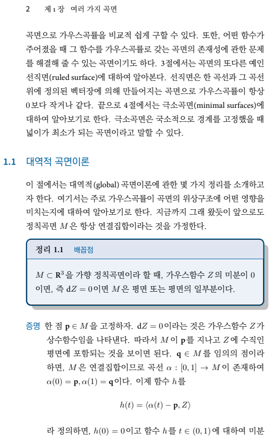
mdframed 패키지

```
\mdtheorem[%
 theoremseparator={\space},
 theoremtitlefont={\color{MainColorOne}\small\sffamily},
 theoremspace=\hspace{1em},
   shadow=true,
   roundcorner=5pt,
   ...
]{thm}{정리}[chapter]
```

shadowbox, 정리에 씌우기 (계속)

mdframed 패키지

```
\begin{thm}[배꼽점]\label{thm511}
$M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정
    칙곡면이라 할 때, 가우스함수 $Z$의
    미분이 $0$이면,
    즉 $\mathrm{d}Z = 0$이
    면 $M$은 평면 또는 평면의 일부분이
    다.
\end{thm}
```



2 제 1 장 여러 가지 곡면

곡면으로 가우스곡률을 비교적 쉽게 구할 수 있다. 또한, 어떤 함수가 주어졌을 때 그 함수를 가우스곡률로 갖는 곡면의 존재성에 관한 문제를 해결해 줄 수 있는 곡면이기도 하다. 3절에서는 곡면의 또다른 예인 선직면(ruled surface)에 대하여 알아본다. 선직면은 한 곡선과 그 곡선 위에 정의된 벡터장에 의해 만들어지는 곡면으로 가우스곡률이 항상 0보다 작거나 같다. 끝으로 4절에서는 극소곡면(minimal surfaces)에 대하여 알아보기로 한다. 극소곡면은 국소적으로 경계를 고정했을 때 넓이가 최소가 되는 곡면이라고 말할 수 있다.

1.1 대역적 곡면이론

이 절에서는 대역적(global) 곡면이론에 관한 몇 가지 정리를 소개하고자 한다. 여기서는 주로 가우스곡률이 곡면의 위상구조에 어떤 영향을 미치는지에 대하여 알아보기로 한다. 지금까지 그래 왔듯이 앞으로도 정칙곡면 M은 항상 연결집합이라는 것을 가정한다.

정리 1.1 배꼽점

$M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정칙곡면이라 할 때, 가우스함수 Z의 미분이 0이면, 즉 $\mathrm{d}Z = 0$이면 M은 평면 또는 평면의 일부분이다.

증명 한 점 $\mathbf{p} \in M$을 고정하자. $\mathrm{d}Z = 0$이라는 것은 가우스함수 Z가 상수함수임을 나타낸다. 따라서 M이 $\mathbf{p}$를 지나고 Z에 수직인 평면에 포함되는 것을 보이면 된다. $\mathbf{q} \in M$를 임의의 점이라 하면, M은 연결집합이므로 곡선 $\alpha : [0,1] \to M$이 존재하여 $\alpha(0) = \mathbf{p}, \alpha(1) = \mathbf{q}$이다. 이제 함수 h를

$$h(t) = \langle \alpha(t) - \mathbf{p}, Z \rangle$$

라 정의하면, $h(0) = 0$이고 함수 h를 $t \in (0,1)$에 대하여 미분

증명 (날쌘 정리의 증명) 이 정리는 정리 1.2와 따름정리 1.3에 의하여 성립한다. 또한 다음과 같은 방법으로 직접 보일 수도 있다.

가정에 의해 각 점 $\mathbf{p} \in M$에서 $\kappa_1(\mathbf{p}) = \kappa_2(\mathbf{p}) = k(\mathbf{p}) \neq 0$이므로 $\kappa(\mathbf{p}) > 0$을 가정해도 된다. 한 점 $\mathbf{p} \in M$을 고정하고 점 $\mathbf{c}$를

$$\mathbf{c} = \mathbf{p} + \frac{1}{k(\mathbf{p})} Z(\mathbf{p})$$

라 놓자. 곡면 위의 임의의 점 $\mathbf{q} \in M$에 대하여 M이 연결집합이므로 $\alpha(0) = \mathbf{p}$, $\alpha(1) = \mathbf{q}$인 곡선 $\alpha : [0,1] \to M$이 존재한다. 이제 곡선 γ를

$$\gamma(t) = \alpha(t) + \frac{1}{k(\alpha(t))} Z(\alpha(t)) = \alpha(t) + \frac{1}{k} Z(t)$$

라 정의하자. 그러면 도움정리 1.3에 의해 $K = k^2$이 상수이므로,

$$\gamma'(t) = \alpha'(t) + \frac{1}{k} Z'(t)$$

이다. 한편, M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률 방향이 된다. 따라서

$$Z'(t) = dZ(\alpha'(t)) = -k\alpha'(t).$$ ■

정리 1.5 정칙곡면과 구의 관계

정칙곡면 $M \subset \mathbf{R}^3$의 모든 점이 배꼽점이고 $K > 0$이면 M은 반지름이 $\frac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다. M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이 된다. $K > 0$이면 M은 반지름이 $\frac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다. M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이 된다. $K > 0$이면 M은

반지름이 $\frac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다. M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이 된다. $K > 0$이면 M은 반지름이 $\frac{1}{\sqrt{K}}$인 구면 또는 구면의 일부분이다. M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이 된다.

증명 한편, M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률방향이 된다. 따라서

$$Z'(t) = dZ(\alpha'(t)) = -k\alpha'(t).$$

그러므로 $\gamma'(t) = \alpha'(t) + \frac{1}{k}(-k\alpha'(t)) = 0$. 결과적으로 γ는 상수곡선이 되고, 따라서

$$\mathbf{c} = \gamma(0) = \gamma(1) = \mathbf{q} + \frac{1}{k} Z(\mathbf{q}).$$

다시 말해서, $\|\mathbf{q} - \mathbf{c}\| = \frac{1}{k} = \frac{1}{\sqrt{K}}$이다. ■

증명 이 정리는 따름정리 1.4에 의하여 성립한다. 한편, M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률 방향이 된다. 따라서

$$Z'(t) = dZ(\alpha'(t)) = -k\alpha'(t).$$

그러므로 $\gamma'(t) = \alpha'(t) + \frac{1}{k}(-k\alpha'(t)) = 0$. 결과적으로 γ는 상수곡선이 되고, 따라서

$$\mathbf{c} = \gamma(0) = \gamma(1) = \mathbf{q} + \frac{1}{k} Z(\mathbf{q}).$$

■

증명 M의 모든 점이 배꼽점이므로 모든 방향이 주곡률 방향이 된다. 따라서

$$Z'(t) = dZ(\alpha'(t)) = -k\alpha'(t).$$

shadowbox 쪽 나눔

by Karnes (July 2009)

```
\usepackage{fancybox} % 물론 preamble에
...
\newcommand{\mycolorshadowbox}[1]{%
   \color{MainColorOne}\shadowbox{{\color{black}#1}} }
\newenvironment{breakableshadowbox}%
  {\def\FrameCommand{\mycolorshadowbox}%
   \MakeFramed {\advance\hsize-\width \FrameRestore} }{\endMakeFramed}

% 본문에서
\begin{breakableshadowbox} \jiwon[13-15] \end{breakableshadowbox}
\begin{breakableshadowbox} \blindmathpaper \end{breakableshadowbox}
```

- mdframed 등장 전에 이미 가능

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 흘연히 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 저갈이 우는 것이다.” 하지만 이는 그런 것이 아니니, 강물 소리는 듣기 여하에 달렸을 것이다.

하수(河水)는 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(戰車) 만승(萬乘)과 전기(戰騎) 만대(萬隊)나 전포(戰砲) 만가(萬架)와 전고(戰鼓) 만좌(滿座)로써는 그 무너뜨리고 내뿜는 소리를 족히 형용할 수 없을 것이다. 모래 위에 큰 돌은 흘연히 떨어져 섰고, 강 언덕에 버드나무는 어둡고 컴컴하여 물지킴과 하수 귀신이 다투어 나와서 사람을 놀리는 듯한데, 좌우의 교리(蛟□)가 붙들려고 애쓰는 듯싶었다. 혹은 말하기를, “여기는 옛 전쟁터이므로 강물이 저갈이 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 차기(車騎)와 포고(砲鼓)의 소리를 듣게 되어 드디어 귀에 젖어 버렸다. 내가 일찍이 문을 닫고 누워서 소리 종류를 비교해 보니, 깊은 소나무가 퉁소 소리를 내는 것은 듣는 이가 청아(清雅)한 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 문무(文武)가 겸한 것은 듣는 이가 취미로운 탓이요, 거문고가 궁우(宮羽)에 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 새외(塞外)로부터 나와서 장성을 뚫고 유하(楡河)와 조하(潮河) · 황화(黃花) · 진천(鎭川) 등의 모든 물과 합쳐 밀운성 밑을 거쳐 백하(白河)가 되었다. 나는 어제 배로 백하를 건넜는데, 이것은 하류(下流)였다.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n} x_i = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{n}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a

leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\int_0^\infty e^{-\alpha x^2}\mathrm{d}x = \frac{1}{2}\sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha x^2}\mathrm{d}x \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha y^2}\mathrm{d}y} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\sum_{k=0}^{\infty} a_0 q^k = \lim_{n\to\infty}\sum_{k=0}^{n} a_0 q^k = \lim_{n\to\infty} a_0 \frac{1-q^{n+1}}{1-q} = \frac{a_0}{1-q}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-p \pm \sqrt{p^2 - 4q}}{2}$$

지금 설명할 것

- 들어가며
- 기존 정리류 패키지 돌아보기
- shadowbox에 정리를 집어넣던 기억
- thmtools의 특징과 기능
- 자신만의 스타일과 체계 만들기
- 더 알아둘 것
- 맺으며

thmtools

- 저자 : Ulrich M. Schwarz
- LaTeX 정리 환경을 손쉽게 다루는 패키지
- 기존 정리 관련 패키지의 장점을 추려모아
- 옵션은 key-value 시스템
  - 예 : `spaceabove=6pt, spacebelow=6pt, headfont=\bfseries, bodyfont=\normalfont, qed=\qedsymbol`

맛보기

```
\declaretheoremstyle[%
spaceabove=6pt,spacebelow=6pt,
headfont=\color{MainColorOne}\sffamily\bfseries,
notefont=\mdseries, notebraces={[}{]},
bodyfont=\normalfont,
headpunct={},
postheadspace=1em,
qed=▣,
]{maintheorem}

\declaretheorem[%
name=정리,
style=maintheorem,
numberwithin=section,
shaded={bgcolor=MainColorThree!20,margin=.5em}]{thm}
```

맛보기 (계속)

```
\declaretheorem[
title=보조정리,
style=maintheorem,
shaded={rulecolor=MainColorThree,margin=.5em},]{lem}

\declaretheorem[
heading=따름정리,
style=maintheorem,
sibling=thm,
shaded={bgcolor=MainColorTwo!5,rulewidth=2pt,rulecolor=MainColorOne,
    margin=.5em},]{cor}
```

맛보기 (계속)

```
\begin{thm}
  \sampletextone
\end{thm}

\begin{lem롤의}[ 정리]
  \sampletexttwo
\end{lem}

\begin{cor}
  \sampletextthree
\end{cor}

\begin{lem}[Rolle's Theorem]
  \sampletexttwo
\end{lem}
```

5.1 기본 사용법

정리 5.1.1 평균값의 정리는 함수 $f(x)$가 폐구간 $[a,b]$에서 연속이고 개구간 (a,b)에서 미분가능일 때

$$f'(c) = \frac{f(b)-f(a)}{b-a}$$

를 만족하는 c가 개구간 (a,b)에 반드시 하나 이상 존재한다. ▣

보조정리 1 [롤의 정리] 실변수 함수 f가 폐구간 $[a,b]$에서 연속이고 개구간 (a,b)에서 미분가능하며 $f(a)=f(b)$일 때, $f'(c)=0$이 되는 c가 구간 (a,b) 사이에 최소한 하나는 존재한다. ▣

따름정리 5.1.2 $M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정칙곡면이라 할 때, 가우스함수 Z의 미분이 0이면, 즉 $\mathrm{d}Z = 0$이면 M은 평면 또는 평면의 일부분이다. ▣

보조정리 2 [Rolle's Theorem] 실변수 함수 f가 폐구간 $[a,b]$에서 연속이고 개구간 (a,b)에서 미분가능하며 $f(a)=f(b)$일 때, $f'(c)=0$이 되는 c가 구간 (a,b) 사이에 최소한 하나는 존재한다. ▣

똑똑한 상호참조 (cross-reference) 지원

```
%%% cross reference

\usepackage{
nameref,%\nameref
    % n.b. \Autoref is defined by thmtools
cleveref,% \cref
    % n.b. cleveref after! hyperref
}

\declaretheorem[%
name=정리,
refname={\textbf{정리},\textsf{정리들}},
Refname={``그 정리'',\textbf{\textsf{그 정리들}}},
shaded={rulewidth=2pt,rulecolor=MainColorOne,margin=.5em},
style=definition]
{thm1}
```

똑똑한 상호참조 (cross-reference) 지원 (계속)

```
\begin{thm1}[중간값의 정리]
  \label{thm:IVT-1}
\sampletextone
\end{thm1}

\begin{thm1}[롤의 정리]
  \label{thm:Rolle-1}
\autoref{thm:IVT-1}, ``\nameref{thm:IVT
    -1}'',
  그리고 \cref{thm:Rolle-1}\은
  \cref{thm:IVT-1,thm:Rolle-1}, 그리고
  \Cref{thm:IVT-1,thm:Rolle-1}\를 파생한다.
  ``\nameref{thm:Rolle-1}''는 \autoref{
      thm:IVT-1}
  의 특수한 경우이다.
\end{thm1}
```

5.2 똑똑한 상호참조 (cross-reference) 지원

$M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정칙곡면이라 할 때, 가우스함수 Z의 미분이 0이면, 즉 $\mathrm{d}Z = 0$이면 M은 평면 또는 평면의 일부분이다.

정리 1 (중간값의 정리). 평균값의 정리는 함수 $f(x)$가 폐구간 $[a, b]$에서 연속이고 개구간 (a, b)에서 미분가능일 때

$$f'(c) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

를 만족하는 c가 개구간 (a, b)에 반드시 하나 이상 존재한다.

실변수 함수 f가 폐구간 $[a, b]$에서 연속이고 개구간 (a, b)에서 미분가능하며 $f(a) = f(b)$일 때, $f'(c) = 0$이 되는 c가 구간 (a, b) 사이에 최소한 하나는 존재한다.

정리 2 (롤의 정리). **정리 1**, "중간값의 정리", 그리고 **정리 2**는 정리들 1 and 2, 그리고 **그 정리들** 1 and 2를 파생한다. "롤의 정리"는 **정리 1**의 특수한 경우이다.

평균값의 정리는 함수 $f(x)$가 폐구간 $[a, b]$에서 연속이고 개구간 (a, b)에서 미분가능일 때

$$f'(c) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

를 만족하는 c가 개구간 (a, b)에 반드시 하나 이상 존재한다.

amsthm의 사전 정의 스타일 지원

```
\declaretheorem[style=plain,title=Theorem]{thm2}
\declaretheorem[style=remark]{Remark}
\declaretheorem[style=definition]{Definition}
```

amsthm의 사전 정의 스타일 지원 (계속)

```
\begin{thm2}
  \blindtext
\end{thm2}

\begin{Remark}
  \blindtext
\end{Remark}

\begin{Definition}
  \blindtext
\end{Definition}
```

5.3 사전 정의된 amsthm의 스타일 작용 가능

Theorem 1. *Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.*

Remark 1. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Definition 1. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

thmbox의 선긋기 모양 바로 지원

```
\declaretheorem[thmbox=L,parent=section]{boxtheorem L}

\declaretheorem[thmbox=M,numberlike={boxtheorem L}]{boxtheorem M}

\declaretheorem[thmbox=S,numberlike={boxtheorem L}]{boxtheorem S}
```

thmbox의 선긋기 모양 바로 지원 (계속)

```
\begin{boxtheorem L}[Rolle, 대체
    어디 있소?]
  \sampletexttwo
\end{boxtheorem L}

\begin{boxtheorem M}[배꼽점]
  \sampletextthree
\end{boxtheorem M}

\begin{boxtheorem S}[중간값의 정리]
  \sampletextone
\end{boxtheorem S}
```

1 thmbox에 정의된 L/ M/ S 지원

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.

Boxtheorem L 1.1 (*Rolle,* 대체 어디 있소?)

실변수 함수 f가 폐구간 $[a, b]$에서 연속이고 개구간 (a, b)에서 미분가능하며 $f(a) = f(b)$일 때, $f'(c) = 0$이 되는 c가 구간 (a, b) 사이에 최소한 하나는 존재한다.

Boxtheorem M 1.2 (배꼽점)

$M \subset \mathbf{R}^3$을 가향 정칙곡면이라 할 때, 가우스함수 Z의 미분이 0이면, 즉 $\mathrm{d}Z = 0$이면 M은 평면 또는 평면의 일부분이다.

Boxtheorem S 1.3 (중간값의 정리)

평균값의 정리는 함수 $f(x)$가 폐구간 $[a, b]$에서 연속이고 개구간 (a, b)에서 미분가능일 때

$$f'(c) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

를 만족하는 c가 개구간 (a, b)에 반드시 하나 이상 존재한다.

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 흘연히 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

mdframed 세팅값 적용 가능

```
\declaretheoremstyle[
    headfont=\color{MainColorOne}\sffamily\bfseries,

    notebraces={《}{》},

    bodyfont=\normalfont,
    headpunct={},
    postheadspace=\newline,
    spacebelow=\parsep,
    spaceabove=\parsep,

    mdframed={
        backgroundcolor=MainColorThree!20,
            linecolor=MainColorOne,
            innertopmargin=6pt,
            roundcorner=5pt,
```

mdframed 세팅값 적용 가능 (계속)

```
        innerbottommargin=6pt,
        skipabove=\parsep,
        skipbelow=\parsep }
]{comdframed}

\declaretheorem[
    style=comdframed,
    name=정리,
    numberwithin=chapter
]{thm3}

\declaretheorem[
    style=comdframed,
    title=보조따름도움정리,
    sibling=thm3,
]{lem3}
```

mdframed 세팅값 적용 가능 (계속)

```
\begin{thm3}[중간값의 정리]
\sampletextone
\end{thm3}

\begin{lem3}[롤의 정리]
\sampletextone
\end{lem3}
```

5.4 mdframed 세팅값 적용 가능

$M \subset \mathbf{R}^3$ 을 가향 정칙곡면이라 할 때, 가우스함수 Z 의 미분이 0이면, 즉 $\mathrm{d}Z = 0$ 이면 M 은 평면 또는 평면의 일부분이다.

정리 5.1 《중간값의 정리》
평균값의 정리는 함수 $f(x)$ 가 폐구간 $[a, b]$ 에서 연속이고 개구간 (a, b) 에서 미분가능일 때

$$f'(c) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

를 만족하는 c 가 개구간 (a, b) 에 반드시 하나 이상 존재한다.

보조따름도움정리 5.2 《롤의 정리》
평균값의 정리는 함수 $f(x)$ 가 폐구간 $[a, b]$ 에서 연속이고 개구간 (a, b) 에서 미분가능일 때

$$f'(c) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

를 만족하는 c 가 개구간 (a, b) 에 반드시 하나 이상 존재한다.

$M \subset \mathbf{R}^3$ 을 가향 정칙곡면이라 할 때, 가우스함수 Z 의 미분이 0이면, 즉 $\mathrm{d}Z = 0$ 이면 M 은 평면 또는 평면의 일부분이다.

지금 설명할 것

- 들어가며
- 기존 정리류 패키지 돌아보기
- shadowbox에 정리를 집어넣던 기억
- thmtools의 특징과 기능
- 자신만의 스타일과 체계 만들기
- 더 알아둘 것
- 맺으며

\declaretheoremstyle

자신만의 스타일 지정

- 간격 : spaceabove spacebelow postheadspace headindent
- 폰트 : headfont notefont bodyfont
- 정리 타이틀 제목의 형식 : headformat
  - swapnumber (정리 1.1 → 1.1 정리)
  - margin

\declaretheorem

정리 환경의 체계와 테두리 등 지정

- 정리번호 위계 : numberwithin/ within/ parent
  - numberwithin=chapter, parent=section, ⋯
- 일련번호/독립번호 : numberlike/ sharenumber/ sibling
  - numberlike=thm, sibling=cor
- 정리 타이틀 제목 : title/ name/ heading
  - title=정리, name=보조정리, heading=증명
- 번호 붙일까 말까 : numbered=yes/ no/ unless unique

잠깐 퀴즈 unless unique는 번호를 붙일까 안 붙일까?

\declaretheorem (계속)

정리 환경의 체계와 테두리 등 지정

- `\declaretheoremstyle`에서 지정한 스타일 : style
  - style=MyDarlingTheoremStyle
- 새치기 (hooking): preheadhook postheadhook prefoothook postfoothook
- 음영, 상자 : shaded
  - shaded={bgcolor=gray,textwidth=12cm, rulecolor=blue, rulewidth=1pt, margin=.5em}
- thmbox 패키지에 들어있는 L/ M/ S 모양
  - thmbox=L, thmbox=M, thmbox=S

Anatomy of `thmtools`

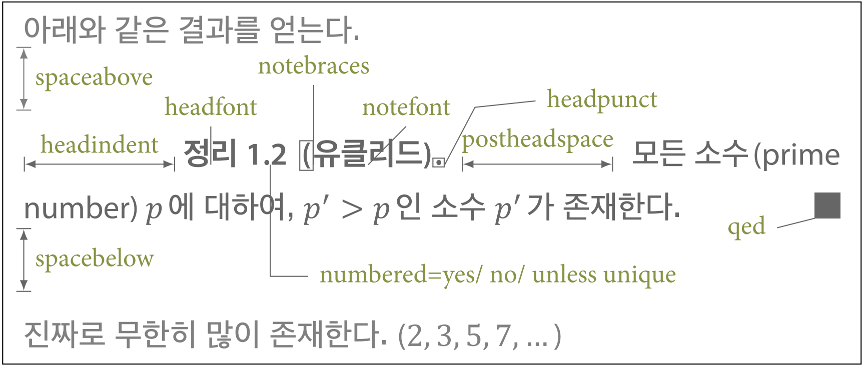


그림: 제어할 수 있는 변수 (모든 변수를 다 열거하지는 않음)

지금 설명할 것

들어가며

기존 정리류 패키지 돌아보기

shadowbox에 정리를 집어넣던 기억

thmtools의 특징과 기능

자신만의 스타일과 체계 만들기

더 알아둘 것

맺으며

\listoftheorems

- `\renewcommand{\listtheoremname}{정리 차례}`
    - 원하는 정리만 추리고 싶을 때
    - `\listoftheorems[ignoreall,show={thm,cor,lem}]`

정리 차례

5.1.1 정리 2
1 보조정리 (롤의 정리) 2
5.1.2 따름정리 2
2 보조정리 (Rolle's Theorem) 2
1 정리 (중간값의 정리) 3
2 정리 (롤의 정리) 3
1 Theorem 4
1 Remark 4
1 Definition 4
5.1 정리 (중간값의 정리) 5
5.2 보조따름도움정리 (롤의 정리) 5

앞서 언급한 정의, 다시 언급하기

restatable

- \begin{restatable}...\end{restatble}

```
\begin{restatable}[Euclid]{theorem}{firsteuclid}
 For every prime $p$, ...
\end{restatble}
  ...
\firsteuclid*
  \vdots
\firsteuclid*
```

앞서 언급한 정의, 다시 언급하기 (계속)

restatable

```
\usepackage{thmtools, thm-restate}
\declaretheorem{theorem}
```

```
\begin{restatable}[Euclid]{theorem}{firsteuclid}
  \label{thm:euclid}%
  For every prime $p$, there is a prime $p'>p$.
  In particular, the list of primes,
  \begin{equation}\label{eq:1}
    2,3,45,7,\dots
  \end{equation}
  is infinite.
\end{restatable}
```

and to the right, I just use

```
\firsteuclid*
\vdots
\firsteuclid*
```

Theorem 1 (Euclid)**.** *For every prime p, there is a prime $p' > p$. In particular, the list of primes,*

$$2, 3, 5, 7, \dots \tag{1.1}$$

is infinite.

$\vdots$

Theorem 1 (Euclid)**.** *For every prime p, there is a prime $p' > p$. In particular, the list of primes,*

$$2, 3, 5, 7, \dots \tag{1.1}$$

is infinite.

그림: restatable: 앞서 언급한 정리 등을 뒤에서 전문을 밝혀 인용할 때

지금 설명할 것

- 들어가며
- 기존 정리류 패키지 돌아보기
- shadowbox에 정리를 집어넣던 기억
- thmtools의 특징과 기능
- 자신만의 스타일과 체계 만들기
- 더 알아둘 것
- **맺으며**

당부말씀

- 정리류 만들 때는 익숙한 것을 쓰세요.

  `amsthm`, `thmtools`, `mdframed`

- 프린트해서 결과물을 확인하는 습관을 들이세요.
- 게시판에 질문할 때는 MWE를 만들어 올려주세요.
- KTUG 게시판에 아는 질문이 올라오면 답변을 달아주세요.
- ko.TEX 관리하는 분들 응원해주세요. (세계 최고의 실력자들!)
- 2015년 한해도 건강하게 보내세요.