Singularidades de campos de vectores reales: perfil topológico (II)

Clementa Alonso González
Universidad de Alicante
VI Escuela Doctoral de Matemáticas PUCP-UVA 2013

Preguntas

Pregunta 1

¿Podemos clasificar topológicamante las singularidades que no sean hiperbólicas?

Pregunta 2

¿Podemos encontrar un representante de cada clase de equivalencia que juegue, para las degeneradas, el papel de la parte lineal en el caso hiperbólico?

Preguntas

Pregunta 1

¿Podemos clasificar topológicamante las singularidades que no sean hiperbólicas?

Pregunta 2

¿Podemos encontrar un representante de cada clase de equivalencia que juegue, para las degeneradas, el papel de la parte lineal en el caso hiperbólico?

K-jets. Determinación finita

Sea

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 + ... + \xi_n + ...$$

es el desarrollo en serie de Taylor de ξ en el origen, donde ξ_n representa la componente homogénea de grado n.

K-jets. Determinación finita

Teorema

Sea ξ un campo de clase $\mathcal{C}^\infty$ en $\mathbb{R}^2$ con una singularidad en el origen. Si ξ tiene órbitas características, entonces existe $k \in \mathbb{N}$ tal que $j^k(\xi)$ es topológicamente equivalente a ξ en un entorno del origen.

Idea

Brunella-Miari

Términos de distinto peso son relevantes para determinar el tipo topológico del campo

Eemplo

$$\xi = (yx + x^3 + x^2y + x^4 + x^3y^2)\frac{\partial}{\partial x} + (-2y^2 + y^3 + x^2y)\frac{\partial}{\partial y}$$

Este campo está determinado por su 3-jet:

$$j^3(\xi) = (yx + x^3 + x^2y)\frac{\partial}{\partial x} + (-2y^2 + y^3 + x^2y)\frac{\partial}{\partial y}$$

Pero hay términos que son irrelevantes...

$$x^2y\frac{\partial}{\partial x} + y^3\frac{\partial}{\partial y}$$

Brunella-Miari

Términos de distinto peso son relevantes para determinar el tipo topológico del campo

Eemplo

$$\xi = (yx + x^3 + x^2y + x^4 + x^3y^2)\frac{\partial}{\partial x} + (-2y^2 + y^3 + x^2y)\frac{\partial}{\partial y}$$

Este campo está determinado por su 3-jet:

$$j^3(\xi) = (yx + x^3 + x^2y)\frac{\partial}{\partial x} + (-2y^2 + y^3 + x^2y)\frac{\partial}{\partial y}$$

Pero hay términos que son irrelevantes...

$$x^2y\frac{\partial}{\partial x} + y^3\frac{\partial}{\partial y}$$

Brunella-Miari

Términos de distinto peso son relevantes para determinar el tipo topológico del campo

Eemplo

$$\xi = (yx + x^3 + x^2y + x^4 + x^3y^2)\frac{\partial}{\partial x} + (-2y^2 + y^3 + x^2y)\frac{\partial}{\partial y}$$

Este campo está determinado por su 3-jet:

$$j^3(\xi) = (yx + x^3 + x^2y)\frac{\partial}{\partial x} + (-2y^2 + y^3 + x^2y)\frac{\partial}{\partial y}$$

Pero hay términos que son irrelevantes...

$$x^2y\frac{\partial}{\partial x} + y^3\frac{\partial}{\partial y}$$

Idea

Brunella-Miari

Términos de distinto peso son relevantes para determinar el tipo topológico del campo ¿cuáles?

Se usa el polígono de Newton para elegir los términos adecuados

$\Downarrow$

Parte principal $P_{\mathcal{N}}(\xi)$

Fijado el polígono, para una familia genérica de campos, la parte principal es un representante de la clase de equivalencia topológica de ξ.

Además, el polígono de Newton da el *morfismo de desingularización*.

Brunella-Miari

Términos de distinto peso son relevantes para determinar el tipo topológico del campo ¿cuáles?

Se usa el polígono de Newton para elegir los términos adecuados

$\Downarrow$

Parte principal $P_{\mathcal{N}}(\xi)$

Fijado el polígono, para una familia genérica de campos, la parte principal es un representante de la clase de equivalencia topológica de ξ.

Además, el polígono de Newton da el *morfismo de desingularización*.

Brunella-Miari

Términos de distinto peso son relevantes para determinar el tipo topológico del campo ¿cuáles?

Se usa el polígono de Newton para elegir los términos adecuados

$\Downarrow$

Parte principal $P_{\mathcal{N}}(\xi)$

Fijado el polígono, para una familia genérica de campos, la parte principal es un representante de la clase de equivalencia topológica de ξ.

Además, el polígono de Newton da el *morfismo de desingularización*.

Idea

Brunella-Miari

Términos de distinto peso son relevantes para determinar el tipo topológico del campo ¿cuáles?

Se usa el polígono de Newton para elegir los términos adecuados

$$\Downarrow$$

Parte principal $P_{\mathcal{N}}(\xi)$

Fijado el polígono, para una familia genérica de campos, la parte principal es un representante de la clase de equivalencia topológica de ξ.

Además, el polígono de Newton da el *morfismo de desingularización*.

Brunella-Miari

Términos de distinto peso son relevantes para determinar el tipo topológico del campo ¿cuáles?

Se usa el polígono de Newton para elegir los términos adecuados

$$\Downarrow$$

Parte principal $P_{\mathcal{N}}(\xi)$

Fijado el polígono, para una familia genérica de campos, la parte principal es un representante de la clase de equivalencia topológica de ξ.

Además, el polígono de Newton da el *morfismo de desingularización*.

Brunella-Miari

Términos de distinto peso son relevantes para determinar el tipo topológico del campo ¿cuáles?

Se usa el polígono de Newton para elegir los términos adecuados

$\Downarrow$

Parte principal $P_{\mathcal{N}}(\xi)$

Fijado el polígono, para una familia genérica de campos, la parte principal es un representante de la clase de equivalencia topológica de ξ.

Además, el polígono de Newton da el *morfismo de desingularización*.

Consideremos un campo de vectores

$$\xi = A(x,y)\frac{\partial}{\partial x} + B(x,y)y\frac{\partial}{\partial y}$$

Escribamos ξ como una suma finita

$$\xi = \Sigma_{ij}\xi_{ij}$$

donde

$$\xi_{ij} = a_{ij}x^{i+1}y^{j}\frac{\partial}{\partial x} + b_{ij}x^{i}y^{j+1}\frac{\partial}{\partial y} \; a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{R}.$$

Llamamos *soporte* del campo ξ al conjunto:

$$S = \{(i,j) \in \mathbb{N} \times \mathbb{N} : \xi_{ij} \neq 0\}$$

El polígono de Newton. Parte Principal

Consideremos un campo de vectores

$$\xi = A(x,y)\frac{\partial}{\partial x} + B(x,y)y\frac{\partial}{\partial y}$$

Escribamos ξ como una suma finita

$$\xi = \Sigma_{ij}\xi_{ij}$$

donde

$$\xi_{ij} = a_{ij}x^{i+1}y^{j}\frac{\partial}{\partial x} + b_{ij}x^{i}y^{j+1}\frac{\partial}{\partial y}\; a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{R}.$$

Llamamos *soporte* del campo ξ al conjunto:

$$S = \{(i,j) \in \mathbb{N} \times \mathbb{N} : \xi_{ij} \neq 0\}$$

Consideremos un campo de vectores

$$\xi = A(x,y)\frac{\partial}{\partial x} + B(x,y)y\frac{\partial}{\partial y}$$

Escribamos ξ como una suma finita

$$\xi = \Sigma_{ij}\xi_{ij}$$

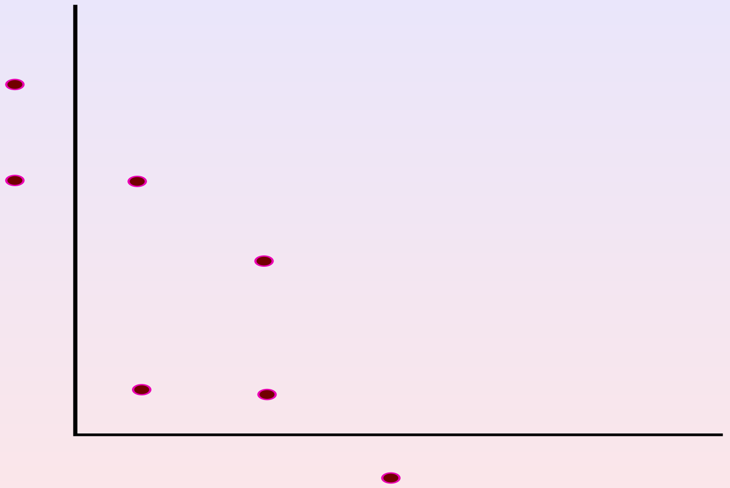
donde

$$\xi_{ij} = a_{ij}x^{i+1}y^{j}\frac{\partial}{\partial x} + b_{ij}x^{i}y^{j+1}\frac{\partial}{\partial y}\ a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{R}.$$

Llamamos *soporte* del campo ξ al conjunto:

$$S = \{(i,j) \in \mathbb{N} \times \mathbb{N} : \xi_{ij} \neq 0\}$$

El polígono de Newton. Parte Principal



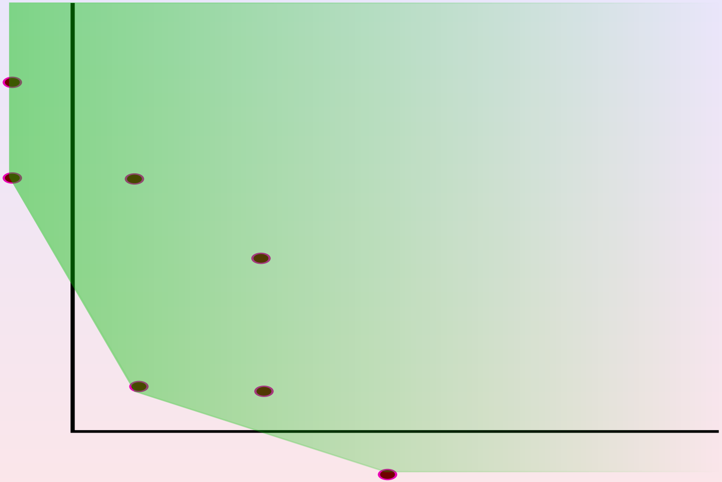
El polígono de Newton. Parte Principal

El *polígono de Newton* $\mathcal{N}$ de ξ es el cierre convexo del conjunto

$$P = \bigcup_{k \in S} \{k + \mathbb{R}^2_{\geq 0}\}$$

donde $\mathbb{R}^2_{\geq 0} = [0, +\infty) \times [0, +\infty)$.

El polígono de Newton. Parte Principal



El polígono de Newton. Parte Principal

El *polígono de Newton* $\mathcal{N}$ de ξ es el cierre convexo del conjunto

$$P = \bigcup_{k \in S} \{k + \mathbb{R}^2_{\geq 0}\}$$

donde $\mathbb{R}^2_{\geq 0} = [0, +\infty) \times [0, +\infty)$.

El *diagrama de Newton* Γ de ξ es la unión de las caras compactas η_j de la frontera del polígono de Newton.

La *parte principal* de ξ se define como el campo de vectores $P_{\mathcal{N}}(\xi) = \sum_k \xi_{\eta_k}$ con

$$\xi_{\eta_k} = \sum_{(i,j) \in \eta_k} \xi_{ij}.$$

El *polígono de Newton* $\mathcal{N}$ de ξ es el cierre convexo del conjunto

$$P = \bigcup_{k \in S} \{k + \mathbb{R}^2_{\geq 0}\}$$

donde $\mathbb{R}^2_{\geq 0} = [0, +\infty) \times [0, +\infty)$.

El *diagrama de Newton* Γ de ξ es la unión de las caras compactas η_j de la frontera del polígono de Newton.

La *parte principal* de ξ se define como el campo de vectores $P_{\mathcal{N}}(\xi) = \sum_k \xi_{\eta_k}$ con

$$\xi_{\eta_k} = \sum_{(i,j) \in \eta_k} \xi_{ij}.$$

El polígono de Newton. Parte Principal

El *polígono de Newton* $\mathcal{N}$ de ξ es el cierre convexo del conjunto

$$P = \bigcup_{k \in S} \{k + \mathbb{R}^2_{\geq 0}\}$$

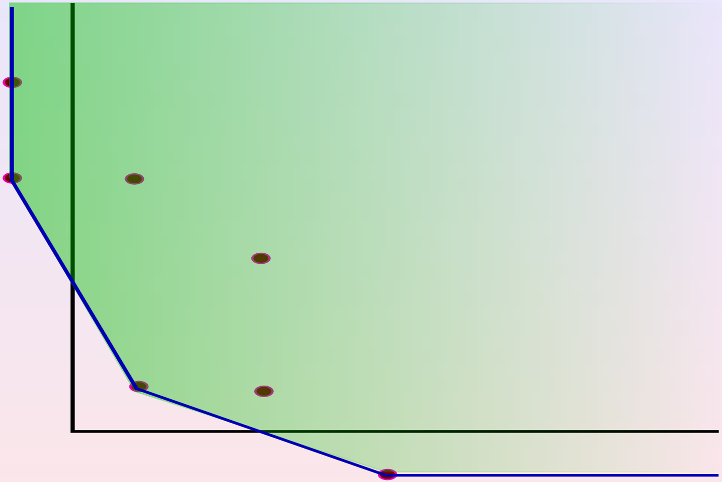
donde $\mathbb{R}^2_{\geq 0} = [0, +\infty) \times [0, +\infty)$.

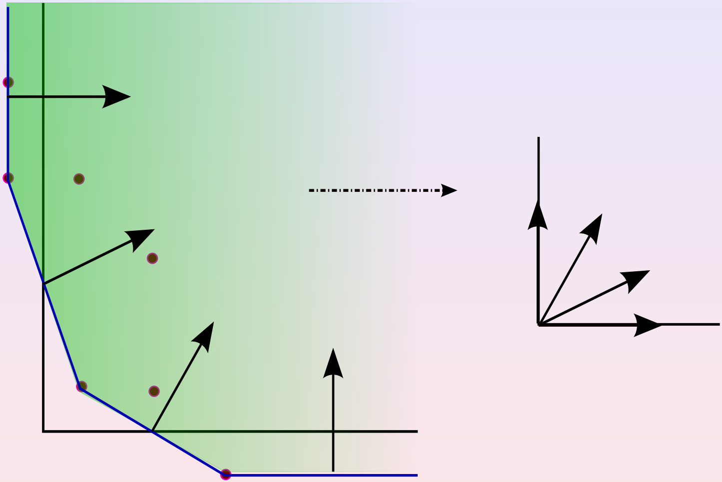
El *diagrama de Newton* Γ de ξ es la unión de las caras compactas η_j de la frontera del polígono de Newton.

La *parte principal* de ξ se define como el campo de vectores $P_{\mathcal{N}}(\xi) = \sum_k \xi_{\eta_k}$ con

$$\xi_{\eta_k} = \sum_{(i,j) \in \eta_k} \xi_{ij}.$$

El polígono de Newton. Parte Principal





Los primeros objetos de la Geometría Tórica son los conos. La construcción de una variedad algebraica afín asociada a un cono σ en el espacio euclídeo $\mathbb{R}^n$ sigue las siguientes etapas:

$$\sigma \mapsto \check{\sigma} \mapsto S_\sigma \mapsto U_\sigma .$$

Cono poliédrico racional fuertemente convexo σ

Cono dual de σ

El semigrupo aditivo S_σ asociado a σ

La variedad algebraica U_σ

Los primeros objetos de la Geometría Tórica son los conos. La construcción de una variedad algebraica afín asociada a un cono σ en el espacio euclídeo $\mathbb{R}^n$ sigue las siguientes etapas:

$$\sigma \mapsto \check{\sigma} \mapsto S_\sigma \mapsto U_\sigma .$$

Cono poliédrico racional fuertemente convexo σ

Cono dual de σ

El semigrupo aditivo S_σ asociado a σ

La variedad algebraica U_σ

Los primeros objetos de la Geometría Tórica son los conos. La construcción de una variedad algebraica afín asociada a un cono σ en el espacio euclídeo $\mathbb{R}^n$ sigue las siguientes etapas:

$$\sigma \mapsto \check{\sigma} \mapsto S_\sigma \mapsto U_\sigma .$$

Cono poliédrico racional fuertemente convexo σ

Cono dual de σ

El semigrupo aditivo S_σ asociado a σ

La variedad algebraica U_σ

Los primeros objetos de la Geometría Tórica son los conos. La construcción de una variedad algebraica afín asociada a un cono σ en el espacio euclídeo $\mathbb{R}^n$ sigue las siguientes etapas:

$$\sigma \mapsto \check{\sigma} \mapsto S_\sigma \mapsto U_\sigma .$$

Cono poliédrico racional fuertemente convexo σ

Cono dual de σ

El semigrupo aditivo S_σ asociado a σ

La variedad algebraica U_σ

Los primeros objetos de la Geometría Tórica son los conos. La construcción de una variedad algebraica afín asociada a un cono σ en el espacio euclídeo $\mathbb{R}^n$ sigue las siguientes etapas:

$$\sigma \mapsto \check{\sigma} \mapsto S_\sigma \mapsto U_\sigma .$$

Cono poliédrico racional fuertemente convexo σ

Cono dual de σ

El semigrupo aditivo S_σ asociado a σ

La variedad algebraica U_σ

Los primeros objetos de la Geometría Tórica son los conos. La construcción de una variedad algebraica afín asociada a un cono σ en el espacio euclídeo $\mathbb{R}^n$ sigue las siguientes etapas:

$$\sigma \mapsto \check{\sigma} \mapsto S_\sigma \mapsto U_\sigma .$$

Cono poliédrico racional fuertemente convexo σ

Cono dual de σ

El semigrupo aditivo S_σ asociado a σ

La variedad algebraica U_σ

Los primeros objetos de la Geometría Tórica son los conos. La construcción de una variedad algebraica afín asociada a un cono σ en el espacio euclídeo $\mathbb{R}^n$ sigue las siguientes etapas:

$$\sigma \mapsto \check{\sigma} \mapsto S_\sigma \mapsto U_\sigma .$$

Cono poliédrico racional fuertemente convexo σ

Cono dual de σ

El semigrupo aditivo S_σ asociado a σ

La variedad algebraica U_σ

Cono poliédrico racional fuertemente convexo

Dado $A = \{v_1, ..., v_r\}$ un conjunto finito de vectores de $\mathbb{R}^n$, el conjunto

$$\sigma = \{x \in \mathbb{R}^n : x = \lambda_1 v_1 + ... + \lambda_n v_n; \lambda_i \in \mathbb{R} \qquad \lambda_i \geq 0\}$$

se llama un *cono poliédrico*. Los vectores $v_1, ..., v_r$ son los generadores del cono. Si $A = \emptyset$, entonces $\sigma = \{0\}$.

Un cono poliédrico será *racional*, si todos los generadores pertenecen a $\mathbb{Z}^n$. Diremos que es *fuertemente convexo* si $\sigma \cap (-\sigma) = \{0\}$

Cono poliédrico racional fuertemente convexo

Dado $A = \{v_1, ..., v_r\}$ un conjunto finito de vectores de $\mathbb{R}^n$, el conjunto

$$\sigma = \{x \in \mathbb{R}^n : x = \lambda_1 v_1 + ... + \lambda_n v_n; \lambda_i \in \mathbb{R} \qquad \lambda_i \geq 0\}$$

se llama un *cono poliédrico*. Los vectores $v_1, ..., v_r$ son los generadores del cono. Si $A = \emptyset$, entonces $\sigma = \{0\}$.

Un cono poliédrico será *racional*, si todos los generadores pertenecen a $\mathbb{Z}^n$. Diremos que es *fuertemente convexo* si $\sigma \cap (-\sigma) = \{0\}$

Cono poliédrico racional fuertemente convexo

Dado $A = \{v_1, ..., v_r\}$ un conjunto finito de vectores de $\mathbb{R}^n$, el conjunto

$$\sigma = \{x \in \mathbb{R}^n : x = \lambda_1 v_1 + ... + \lambda_n v_n; \lambda_i \in \mathbb{R} \qquad \lambda_i \geq 0\}$$

se llama un *cono poliédrico*. Los vectores $v_1, ..., v_r$ son los generadores del cono. Si $A = \emptyset$, entonces $\sigma = \{0\}$.

Un cono poliédrico será *racional*, si todos los generadores pertenecen a $\mathbb{Z}^n$. Diremos que es *fuertemente convexo* si $\sigma \cap (-\sigma) = \{0\}$

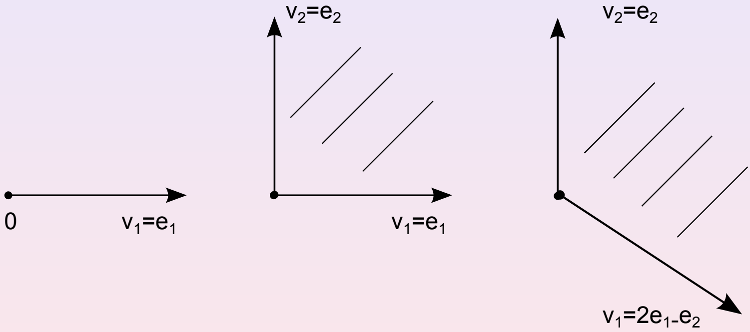
Cono poliédrico racional fuertemente convexo

Dado $A = \{v_1, ..., v_r\}$ un conjunto finito de vectores de $\mathbb{R}^n$, el conjunto

$$\sigma = \{x \in \mathbb{R}^n : x = \lambda_1 v_1 + ... + \lambda_n v_n; \lambda_i \in \mathbb{R} \qquad \lambda_i \geq 0\}$$

se llama un *cono poliédrico*. Los vectores $v_1, ..., v_r$ son los generadores del cono. Si $A = \emptyset$, entonces $\sigma = \{0\}$.

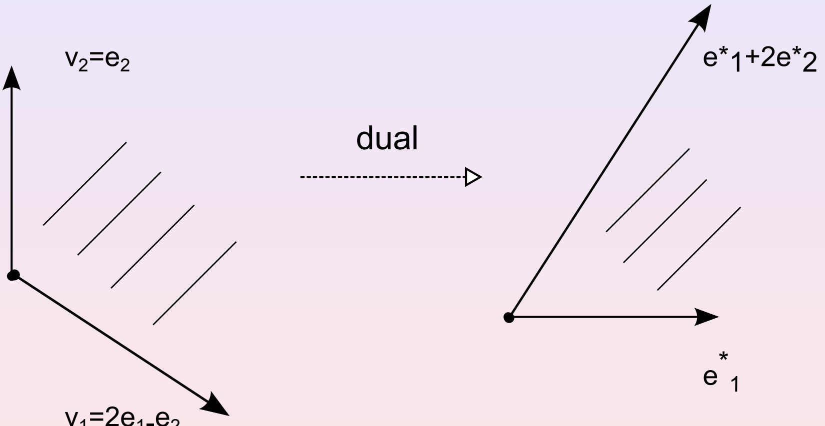
Un cono poliédrico será *racional*, si todos los generadores pertenecen a $\mathbb{Z}^n$. Diremos que es *fuertemente convexo* si $\sigma \cap (-\sigma) = \{0\}$


0
v1=e1
v2=e2
v1=e1
v2=e2
v1=2e1-e2

Cono dual de un cono σ

Sea $(\mathbb{R}^n)^*$ el espacio dual de $\mathbb{R}^n$. Definimos $\check{\sigma}$ el *cono dual* de σ como

$$\check{\sigma} = \{u \in (\mathbb{R}^n)^* : u(v) \geq 0 \, \forall v \in \sigma\}$$

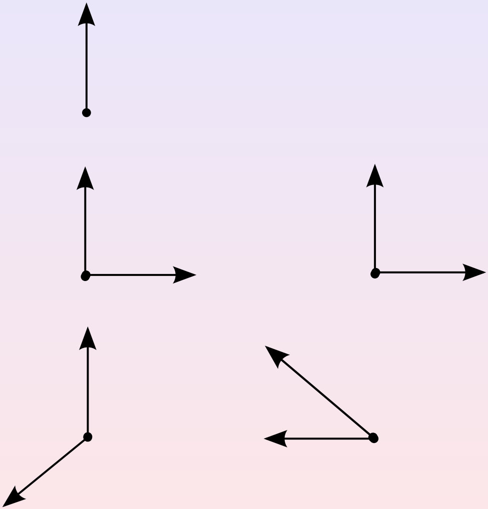

v2=e2
v1=2e1-e2
dual
e*1+2e*2
e*1

Caras de un cono σ

Dado σ un cono y $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$, entonces

$$\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp} = \{v \in \sigma : \lambda(v) = 0\}$$

será una *cara* de σ. Lo denotaremos por $\tau < \sigma$.



Propiedad

Si $\tau < \sigma$ y $\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp}$ con $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$, entonces

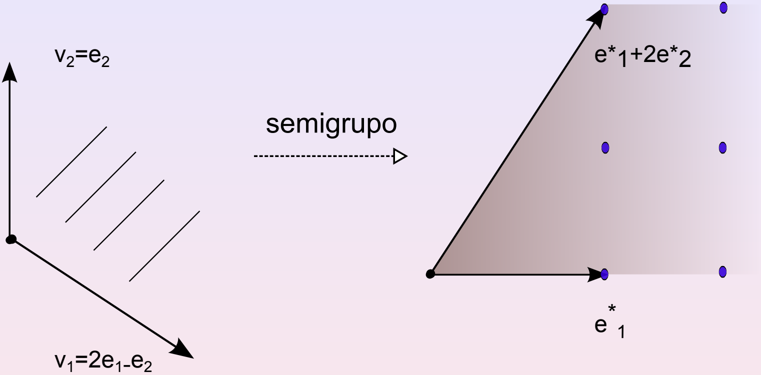
$$\check{\tau} = \check{\sigma} + \mathbb{R}_{\geq 0}(-\lambda).$$

El semigrupo aditivo asociado a un cono σ

Denotaremos por S_σ al semigrupo $\check{\sigma} \cap M$ y lo llaremos el *semigrupo asociado a* σ.

Observación

Si σ es un cono poliédrico racional entonces $\sigma \cap \mathbb{Z}^n$ es un semigrupo aditivo finitamente generado.



$v_2=e_2$
$v_1=2e_1-e_2$
semigrupo
$e^*_1+2e^*_2$
e^*_1

Propiedad

Si $\tau < \sigma$ y $\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp}$ con $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$, entonces

$$S_{\tau} = S_{\sigma} + \mathbb{Z}_{\geq 0}(-\lambda).$$

Variedad algebraica asociada a un cono

Pregunta

Si $\tau < \sigma$, ¿ Cuál es la relación entre las variedades algebraicas asociadas U_σ y U_τ?

Resumiendo:

Si $\tau < \sigma$ es una cara tal que

$$\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp} = \{v \in \sigma : \lambda(v) = 0\}$$

para $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$

$$\Downarrow$$

$$\check{\tau} = \check{\sigma} + \mathbb{R}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$S_{\tau} = S_{\sigma} + \mathbb{Z}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$U_{\tau} \simeq U_{\sigma} \setminus \{x_p = 0\}.$$

Resumiendo:

Si $\tau < \sigma$ es una cara tal que

$$\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp} = \{v \in \sigma : \lambda(v) = 0\}$$

para $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$

$$\Downarrow$$

$$\check{\tau} = \check{\sigma} + \mathbb{R}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$S_\tau = S_\sigma + \mathbb{Z}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$U_\tau \simeq U_\sigma \setminus \{x_p = 0\}.$$

Resumiendo:

Si $\tau < \sigma$ es una cara tal que

$$\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp} = \{v \in \sigma : \lambda(v) = 0\}$$

para $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$

$$\Downarrow$$

$$\check{\tau} = \check{\sigma} + \mathbb{R}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$S_\tau = S_\sigma + \mathbb{Z}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$U_\tau \simeq U_\sigma \setminus \{x_p = 0\}.$$

Resumiendo:

Si $\tau < \sigma$ es una cara tal que

$$\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp} = \{v \in \sigma : \lambda(v) = 0\}$$

para $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$

$$\Downarrow$$

$$\check{\tau} = \check{\sigma} + \mathbb{R}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$S_{\tau} = S_{\sigma} + \mathbb{Z}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$U_{\tau} \simeq U_{\sigma} \setminus \{x_p = 0\}.$$

Resumiendo:

Si $\tau < \sigma$ es una cara tal que

$$\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp} = \{v \in \sigma : \lambda(v) = 0\}$$

para $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$

$$\Downarrow$$

$$\check{\tau} = \check{\sigma} + \mathbb{R}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$S_\tau = S_\sigma + \mathbb{Z}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$U_\tau \simeq U_\sigma \setminus \{x_p = 0\}.$$

Resumiendo:

Si $\tau < \sigma$ es una cara tal que

$$\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp} = \{v \in \sigma : \lambda(v) = 0\}$$

para $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$

$$\Downarrow$$

$$\check{\tau} = \check{\sigma} + \mathbb{R}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$S_\tau = S_\sigma + \mathbb{Z}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$U_\tau \simeq U_\sigma \setminus \{x_p = 0\}.$$

Resumiendo:

Si $\tau < \sigma$ es una cara tal que

$$\tau = \sigma \cap \lambda^{\perp} = \{v \in \sigma : \lambda(v) = 0\}$$

para $\lambda \in \check{\sigma} \cap M$

$$\Downarrow$$

$$\check{\tau} = \check{\sigma} + \mathbb{R}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

$$S_\tau = S_\sigma + \mathbb{Z}_{\geq 0}(-\lambda).$$

$$\Downarrow$$

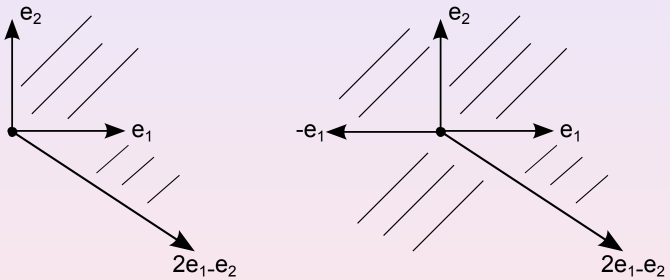
$$U_\tau \simeq U_\sigma \setminus \{x_p = 0\}.$$

Si suponemos ahora que τ es la cara común de dos conos σ y σ', según lo anterior podemos "pegar" U_σ y $U_{\sigma'}$ a lo largo de su parte común U_τ

Abanico

Un abanico Δ en el espacio euclídeo $\mathbb{R}^n$ es una unión finita de conos satisfaciendo las siguientes propiedades:

1. cada cono de Δ es un cono poliédrico racional fuertemente convexo,
2. cada cara de un cono de Δ es un cono de Δ,
3. si σ y σ' son conos de Δ, entonces $\sigma \cap \sigma'$ es una cara común de ambos.


e2
e1
2e1-e2
e2
-e1
e1
2e1-e2

Utilizando el proceso anterior, se puede construir una variedad tórica $T(\Delta)$ asociada al abanico Δ.

Definición de variedad tórica

Sea Δ un abanico en $\mathbb{R}^n$. Consideremos la unión disjunta $\cup_{\sigma\in\Delta} U_\sigma$ donde dos puntos $x \in U_\sigma$ y $x' \in U_{\sigma'}$ están identificados si $\Psi_{\sigma,\sigma'}(x) = x'$. El espacio resultante se llama variedad tórica.

Utilizando el proceso anterior, se puede construir una variedad tórica $T(\Delta)$ asociada al abanico Δ.

Definición de variedad tórica

Sea Δ un abanico en $\mathbb{R}^n$. Consideremos la unión disjunta $\cup_{\sigma\in\Delta} U_\sigma$ donde dos puntos $x \in U_\sigma$ y $x' \in U_{\sigma'}$ están identificados si $\Psi_{\sigma,\sigma'}(x) = x'$. El espacio resultante se llama variedad tórica.

La explosión de $\mathbb{R}^2$ en el origen es una variedad tórica

La explosión de $\mathbb{R}^2$ en el origen es una variedad tórica

1. Determina la variedad tórica que le corresponde al abanico:

Singularidades de campos de vectores reales: perfil topológico (II)

Clementa Alonso González
Universidad de Alicante
VI Escuela Doctoral de Matemáticas PUCP-UVA 2013