

Marco Teórico Formal. Modelo G

1. Espacio Global de Información

Definición 2.1 (Espacio Global). El Modelo G define un espacio de información triaxial donde cada unidad de información ocupa una posición única definida por tres coordenadas independientes:

$$G = A \times K \times F$$

$$\forall g \in G, \exists a \in A, \exists k \in K, \exists f \in F: g = (a, k, f)$$

Donde:

G: Espacio estructural e infinito de la información.

g: Dato como contenedor de valor:

a: Atributo ($a \in A$) (Eje de Significado).

k: Clave ($k \in K$) (Eje de Localización).

f: Foránea ($f \in F$) (Eje de Conexión)

$$v = Val(g)$$

1.1. Expresión general:

$$G = \{g \mid g = (a, k, f) \wedge \exists v : v = Val(g)\}$$

2. Tipos de Puntos en G

El espacio G se particiona en dos categorías mutuamente excluyentes según el origen de sus valores:

Definición 2.2 (Puntos Base); Los puntos base contienen valores asignados externamente, constituyendo los datos fuente del sistema.

$$G_{base} \subseteq G$$

$$\forall g \in G_{base}: val(g) \text{ es por asignación directa}$$

Definición 2.3 (Puntos Calculados); Los puntos calculados derivan sus valores de otros puntos mediante relaciones de dependencia.

$$G_{calc} \subseteq G$$

$$\forall g \in G_{calc}: val(g) \text{ es por referencia a otros } g$$

Propiedad de Partición:

$$G = G_{base} \cup G_{calc}, G_{base} \cap G_{calc} = \emptyset$$

3. Espacio Plano R y Operador de Coherencia

Definición 2.4 (Valor Candidato). es toda entrada de valor propuesta al sistema antes de ser admitida como valor contenido en un punto $g \in G$.

$$v \mapsto v(g) \Leftrightarrow \varphi(v: g) = 1$$

Definición 2.5 (Espacio Plano de Datos -R-). Una relación R representa una vista bidimensional del espacio, es el espacio donde se relacionan los ejes A y K, es análoga a una tabla en el modelo relacional.

$$R = \{A, K\}$$

Definición 2.6 (Conjunto de Normas -N-) Es el conjunto de normas que determina los atributos y la forma en que se relacionan:

N : conjunto de normas aplicables a G

Definición 2.7 (Espacio Coherente -Ω-). Es el subconjunto de G donde todos sus puntos cumplen con **N**

Definición 2.8 (Operador de Coherencia – Φ -) Evalúa si un punto satisface todas las normas:

$$\Phi N : G \times V \rightarrow \{0,1\}$$

Por construcción, Ω es siempre perfectamente coherente y finito en estructura.

$$\Omega = \{g \in G \mid \Phi N(Val(g), g) = 1\}$$

4. propiedades de g por Atributo

Definición 2.9 (Propiedades del Atributo). Cada $a \in A$ incorpora cuatro Atributos de validación y/o funcionales

Sem (Semántico): Valida el dominio o universo conceptual del dato.

Mof (Morfológico): Valida la forma física: máscaras y/o expresiones regulares de formato.

Ctx (Contextual): Establece restricciones de validación y de operativa según entorno, flujo o estado.

Sin (Sintáctico): Establece la funcionalidad del dato dentro del documento transaccional. Este parámetro es de carácter funcional y no de validación estructural.

$$A \subseteq \mathbb{N}, A = \{Sem, Mof, Ctx, Sin\}$$

$$\varphi(g) = \varphi_{Sem}(Val(g)) \wedge \varphi_{Mof}(Val(g)) \wedge \varphi_{Ctx}(Val(g)) \rightarrow \{0,1\}$$

$$\Phi G = \bigwedge_{g \in G} \varphi(g) = 1$$

5. Ejes de Localización y Conexión

Establecemos G como:

$$G = \{g \mid g = (a, k, f) \wedge (a, k) \in R \wedge (a, f) \in H\}$$

Definición 2.10 (Clave Identificativa K). Las claves en K garantizan unicidad dentro de cada relación R.

$$K \subseteq \mathbb{N} \forall k \in K, k \in R \Rightarrow \nexists k' \in R \mid k' \neq k$$

Definición 2.11 (Clave Conexión F). Las conexiones establecen la forma en que se conectan diferentes relaciones (R).

$$\forall f \in H(k_0), Ref(f) \neq k_0$$

$$F \subseteq K f: R_i \rightarrow K(R_j) \forall f \in F(R_i), \exists k \in K(R_j):$$

$$f = k \wedge R_i \neq R_j \forall f_1, f_2 \in F(R_i), Ref(f_1) = Ref(f_2) \Rightarrow f_1 = f_2$$

Dentro de una misma relación, conexiones distintas apuntan a destinos distintos

$$\forall f_1, f_2 \in F(R_i), Ref(f_1) = Ref(f_2) \Rightarrow f_1 = f_2$$

La función $Ref(f_n)$ asocia cada conexión con su clave destino

6. Grafo de Dependencias H

Definición 2.12 (Estructura del Grafo - H -). La estructura del grafo H considera solo los ejes A y F, modelando las dependencias entre los g.

$$H = \{A, F\}$$

Definición 2.13 (Grafo de Alcance o instancia de H - H(k₀)-). H(k₀) contiene todos los puntos coherentes cuya clave es alcanzable desde k₀ siguiendo cadenas de referencias foráneas de longitud n ≥ 0.

Para una clave k₀ ∈ K:

$$H(k_0) = \{g \in \Omega \mid (k_0, k(g)) \in \bigcup_{n \geq 0} F^n\}$$

7. Grafo Inverso H⁻¹

Definición 2.14 (Grafo Inverso - H⁻¹ -). H⁻¹(k₀) contiene las conexiones que referencian directamente a k₀ pero que no están en su grafo de alcance.

$$H^{-1}(k_0) = \{f \notin H(k_0) \mid f = k_0\}$$

7.1 Propiedades Formales:

No autorreferencia: $f(H(k_0)) \neq k_0$

No reciprocidad: $f(H(k_0)) = k_1 \Rightarrow f(H(k_1)) \neq k_0$

Orden parcial estricto: $f(H(k_2)) = k_1 \wedge f(H(k_1)) = k_0 \Rightarrow k_2 < k_0$

Inclusión transitiva: $\forall f(H(k_n)) = k_0 \Rightarrow H(k_0) \subset H(k_n)$

Descomposición: $\forall f(H(k_n)) = k_0 \Rightarrow H(k_n) = H^{-1}(k_0) \cup H(k_0)$

Validación externa: $\exists (\Omega \setminus H(k_0) \cap H^{-1}(k_0)) \Rightarrow \forall \varphi(H^{-1}(k_0)) = 0$

8. Vector de Propagación Π

Definición 2.15 (Vector de Propagación). Π(g₀) indica los puntos calculados dentro del alcance de k₀ que dependen de g₀ mediante dos o más pasos de referencia (n > 1).

Para un punto g₀ ∈ Ω:

$$\Pi(g_0) = \{g \in H(k_0) \cap G_{calc} \mid (g_0, g) \in \bigcup_{n \geq 1} <^n\}$$

8.1 Propiedades de Dependencia ($\prec$) Vector de Propagación (Π):

Irreflexividad: $\forall g \in G: g \not\rightarrow g$

Antisimetría: $\forall g, g' \in G, g \neq g': (g \rightarrow g') \Rightarrow g' \not\rightarrow g$

Aciclicidad: $\forall g, g', g'' \in G: (g \rightarrow g' \wedge g' \rightarrow g'') \Rightarrow (g'' \not\rightarrow g)$

9. Determinante de Propagación δ

Definición 2.16 (Determinante de Propagación). La función $\psi(x)$ determina, para puntos calculados, si intervienen en el vector de la propagación (Π) .

$$\forall g \in \Omega : \delta(g) \in \{0,1\}$$

$$\forall g \in \Omega_{base} \Rightarrow \delta(g) = 1$$

$$\forall g \in \Omega_{calc} \Rightarrow (\delta(g) = \psi(x) \mid \psi(x) \in \{0,1\})$$

$$\delta(g) = 1 \Rightarrow g \notin \Pi$$

$$\delta(g) = 0 \Rightarrow g \in \Pi$$