

Suposiciones para Inferencias Causales

Elements of Causal Inference

Jonas Peters, Dominik Janzing and Bernhard Schölkopf

Introducción

Se basa en:

La forma de independencia.

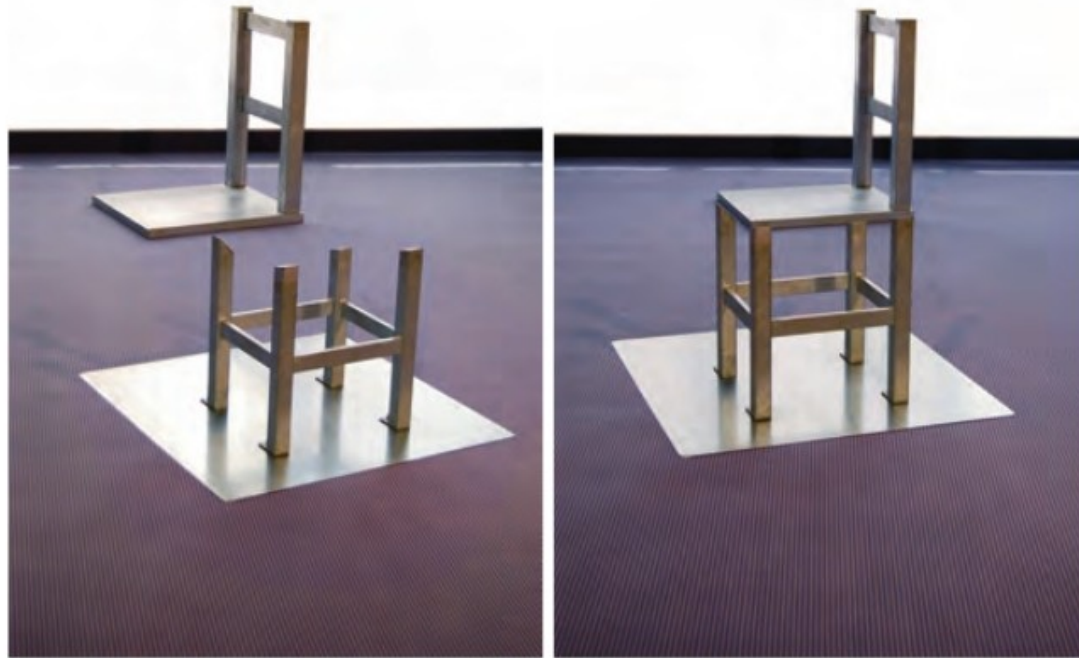


Figure 2.1: The left panel shows a generic view of the (separate) parts comprising a *Beuchet chair*. The right panel shows the illusory percept of a chair if the parts are viewed from a single, very special vantage point. From this *accidental viewpoint*, we perceive a chair. (Image courtesy of Markus Elsholz.)

2.1 El principio de los Mecanismo de independientes

Desde diferentes puntos de vista se trata de derivar los principios de independencias común.

Se tiene una densidad conjunta $p(a,t)$ correspondiente a la altitud A y la temperatura T de una ciudad, entonces se tiene la siguiente expresión.

$$\begin{aligned} p(a,t) &= p(a|t)p(t) \\ &= p(t|a)p(a) \end{aligned}$$

La primera corresponde a la relación causal $T \rightarrow A$ y la segunda a $A \rightarrow T$. ¿Cual es la correcta?

Se puede usar intervención para determinar cual.

2.1 El principio de los Mecanismo de independientes

Tomamos $A \rightarrow T$ como la correcta estructura causal, entonces:

- i) En principio es posible realizar una intervención localizada en A , en otras palabras, para cambiar $p(a)$ sin cambiar $p(t|a)$.**
- ii) $p(a)$ y $p(t|a)$ son mecanismos u objetos autónomos, modulares o invariables en el mundo.**

¿Que pasa con Suiza y Australia? Fundaron sus ciudades a diferentes alturas. Manejarían diferentes alturas $p^a(a,t)$, $p^a(a)$ y $p^s(a,t)$, $p^s(a)$ pero el mecanismo o relación sigue siendo igual $p(t|a)$.

Si incluimos el ruido se modula una función causal:

$$A = N_a$$
$$T = f_t(A, N_t)$$

Principio 2.1 (Mecanismos Independientes)

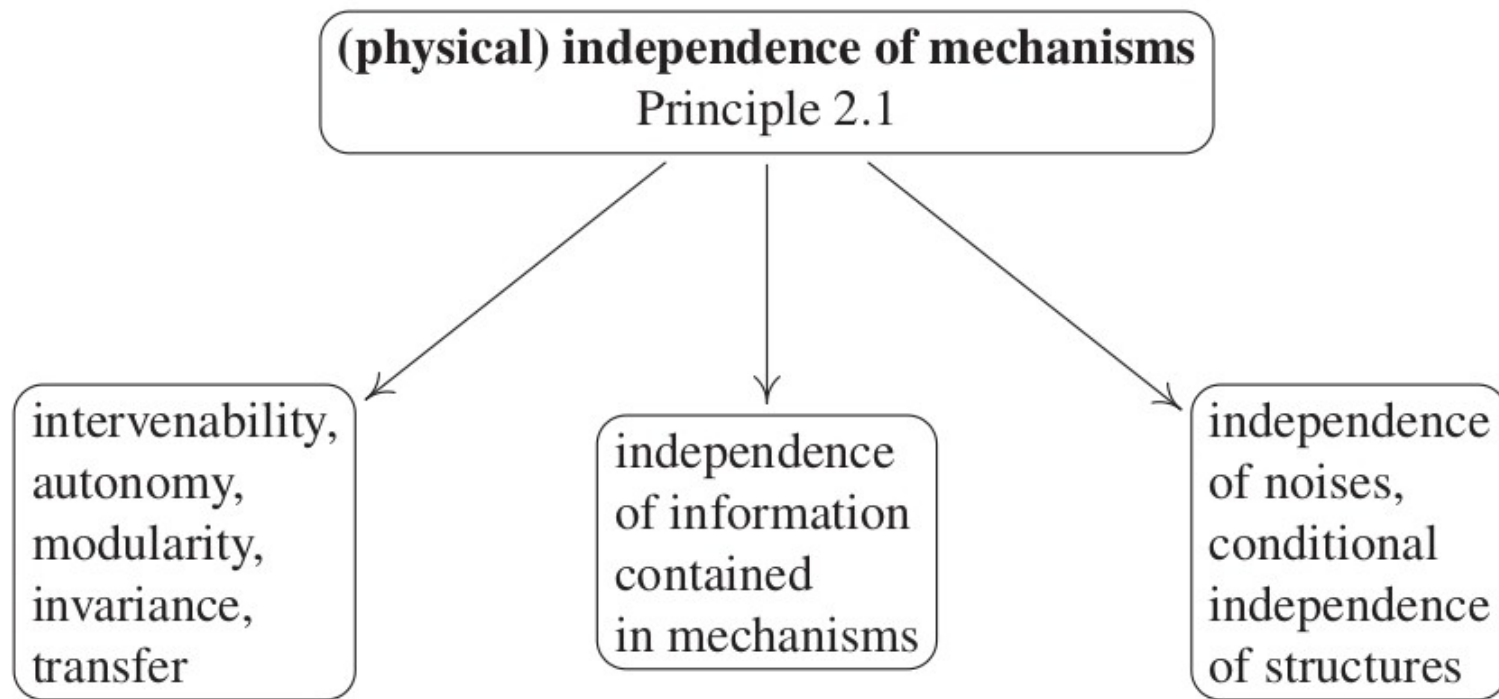


Figure 2.2: The principle of independent mechanisms and its implications for causal inference (Principle 2.1).

Principio 2.1 (Mecanismos Independientes)

El proceso generativo causal de un sistema de variables están compuestas por módulos autónomos que no informan o influyen el uno al otro.

Este principio es aceptable si vemos nuestro sistema como un conjunto de variables modulares que representan físicamente mecanismos independientes en el mundo.

***Como si fueran cajas con entradas y salidas.**

***El principio 2.1 puede ayudar con el problema del aprendizaje causal, puede proveer información sobre la estructura causal.**

Principio 2.1 (Mecanismos Independientes)

Rama 1: Cambiar un mecanismo no afecta a otro o en otras palabras, intervenir uno no afecta otro. Esta autonomía de mecanismos (se espera) puede ayudar con la transferencia de conocimiento aprendida en un dominio a otro relacionado cuando algún modulo coincide en el dominio.

Rama 2: Un mecanismo acoplado con e tiempo genera dependencia estadística Además, tenderán a generar información cuantificada in términos de medidas de información estadística o algorítmica *(patrones).

Se distingue entre dos tipos de información (el efecto y la causa): un efecto tiene información sobre su causa pero una causa no tiene información sobre el mecanismo que generó su efecto.

Principio 2.1 (Mecanismos Independientes)

Rama 3: Se asume que los términos de ruidos son independientes entre si.

Se tiene $E=f(C,N)$, ahora bien, para cada valor $s \in N$ se puede expresar como un mecanismo determinista $E=f^s(C)$. Pero si existe dependencia estadística entre el ruido de dos variables f_j^s , esta forma viola el principio de mecanismo de independencia.

Para ello se considera el ruido como una variable externa a la función $E=F(C)+N$, afectando el resultado incrementando o bajando. Representando el hecho de que un mecanismo no puede ser aislado de su entorno en su totalidad. Se debilita la dependencia del ruido sin invalidar el principio.

Un poco de Historia

Wright pionero en modelo causal (1918) como biologo se le hizo mas intuitivo un SCM dado que los SEM son mas asociados a la economia.

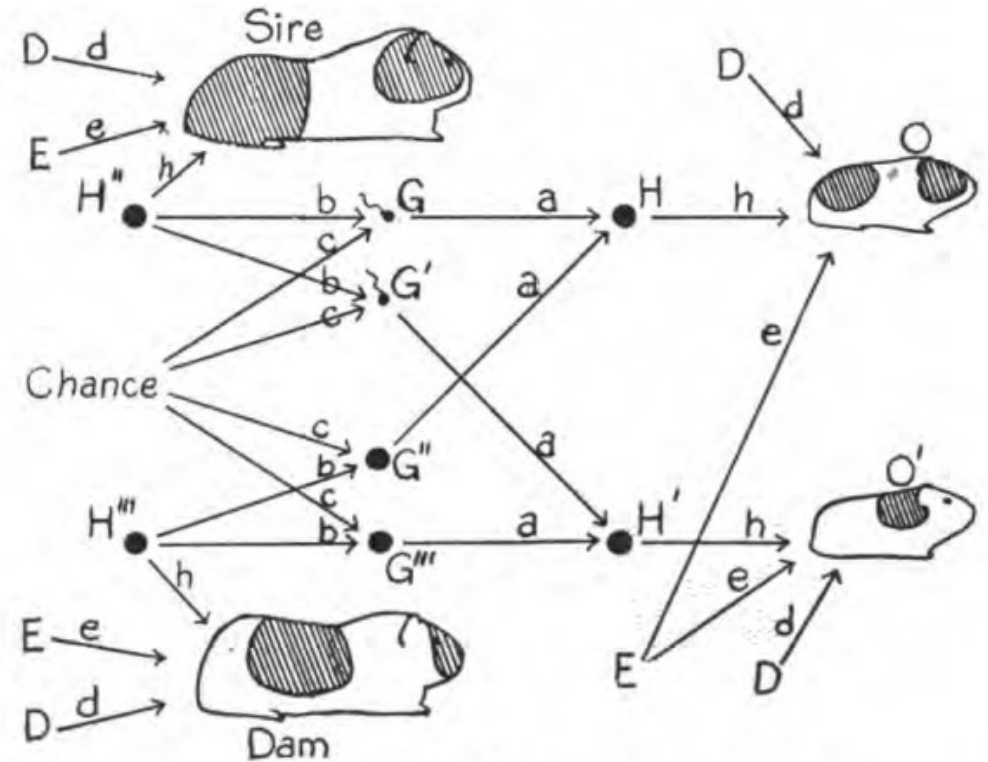


FIG. 5.

Diagram illustrating the casual relations between litter mates (O, O') and between each of them and their parents. H, H', H'', H''' represent the genetic constitutions of the four individuals, G, G', G'', and G''' that of four germ cells. E represents such environmental factors as are common to litter mates. D represents other factors, largely ontogenetic irregularity. The small letters stand for the various path coefficients.

Un poco de Historia

Trabajos pioneros hicieron la conexión entre las ecuaciones o las relaciones estructurales (Frisch y Waugh, 1933) con propiedades de invarianza y autonomía. Frisch et al. (1948) una relación estructural apuntaba a más que simplemente modelar una distribución observada de datos, estaba tratando de capturar una estructura subyacente que conectara las variables del modelo.

Cowler (1950) aporta que las variables endógenas son aquellas que el modelador trata de entender, mientras que los exógenas están determinadas por factores fuera del modelo, y se toman como dadas.

Un poco de Historia

Hoover (2008) discute un sistema de la forma:

$$X_i = N_x$$

$$Y_i = \theta X_i + N_y$$

Hurwicz (1962) reconoce que se puede modificar el dominio para determinar la estructura

Pearl (2009) Establece el principio de independencia: “que cada relación padre-hijo en La red representa un mecanismo físico estable y autónomo, en otras palabras, que es concebible cambiar una de esas relaciones sin cambiar la otros”.

Un poco de Historia

La mayoría de los trabajos usan las de redes bayesianas causales solo por explotar la independencia de los términos de ruido. (Pearl, 2009, Spirtes et al., 2000, Dawid, 1979, Spohn, 1980, Hausman y Woodward, 1999, Lemeire y Dirkx, 2006)

Dentro de un SCM, se analizan la invarianza de la función o de los ruidos, en diferentes escenarios escenarios de aprendizaje (por ejemplo, transferencia de aprendizaje, deriva de concepto). Emplean una noción de independencia de mecanismo y entradas que incluye tanto la independencia sobre cambios e independencia de la teoría de la información.

2.3 Estructura física subyacente en los Modelos Causales

2.3.1 El papel del tiempo

El tiempo provee una linealidad o continuidad de los sucesos.

Por medio del orden temporal se genera una simetría que es importante.

La causalidad es incluida en la física en la leyes básicas, dado que no existe un relación causal de Futuro hacia Pasado (teoría de la relatividad).

2.3 Estructura física subyacente en los Modelos Causales

2.3.2 Leyes Físicas

Una forma de ver este hecho causal es por la siguiente formula:

$$p*V=n*R*T$$

Donde p es la presión, V el volumen, n la cantidad de sustancia, T la temperatura absoluta y R la constante ideal de los gases.

Ej.

¿Qué causa qué?

A veces hablar de causalidad no tiene sentido a menos que el sistema sea temporal.

La ley del gas corresponde a un estado de equilibrio de un sistema dinámico subyacente, por lo tanto, escribirlo como una simple ecuación no provee suficiente información sobre que intervenciones son posibles y cuales son sus efectos.

Los DAG proporcionan esta información pero solo en sistemas no equilibrados, es un problema llevar un sistema dinámico a un SCM.

2.3 Estructura física subyacente en los Modelos Causales

2.3.3 Asignaciones cíclicas

Los SCM son abstracciones de procesos que toman lugar en el tiempo.

Estos procesos no tienen problemas con los bucles de retroalimentación porque se asume que no son interacciones instantáneas.

***Es difícil pero no imposible.**

Los SCM que poseen ciclos poseen la dificultad de definir las intervenciones generales, pero algunas intervenciones son factibles.

Ej: Poner fijo el valor de una variable es posible y esto corta el ciclo.

2.3 Estructura física subyacente en los Modelos Causales

2.3.3 Asignaciones cíclicas

Puede ser imposible para algunos casos como:

$$X=f_x(Y,N_x)$$

$$Y=f_y(X,N_y)$$

Donde intervenir es posible pero solo nos dará un solo enfoque de la relación causal a la vez. No se verá la distribución conjunta observacional.

No siempre se es capaz de hallar la distribución cíclica que satisfaga un SCM. Esto es consistente como vemos a los SCM, como una abstracción de un proceso físico, abstracción cuyo dominio es limitado. Si vemos un sistema cíclico es mejor pensar en estudiar sistemas de ecuaciones diferenciales en vez de un SCM.

2.3 Estructura física subyacente en los Modelos Causales

2.3.4 Factibilidad de Intervenciones

Mientras que consideramos intervenciones unitarias a un mecanismo, también pueden presentarse intervenciones que reemplazan varios mecanismos a la vez. Si ocurren varias intervenciones al mismo tiempo, esto pudiera generar sincronización entre los módulos rompiendo con el principio de independencia 2.1.

Para determinar que intervenciones son complejas y cuales son naturales se recurre a la física, en el área de información cuántica, donde se analiza la estructura de las intervenciones físicas.

2.3 Estructura física subyacente en los Modelos Causales

2.3.5 Independencia de Causa y Mecanismo y la Flecha termodinámica del tiempo

Los mecanismos independientes pueden ser vistos como un principio de física.

Principio 2.1: (Estado inicial y ley dinámica):

Un estado inicial s y M un mapa que describe los efectos que aplica la dinámica de un sistema. Sea $M(s)$ el resultado de la interacción de s con el sistema, entonces se describe s como la causa y $M(s)$ como el efecto.

El principio 2.2 implica, por lo tanto, la no disminución de la entropía en el sentido de la Flecha estándar del tiempo en la física.

2.3 Estructura física subyacente en los Modelos Causales

2.3.5 Independencia de Causa y Mecanismo y la Flecha termodinámica del tiempo

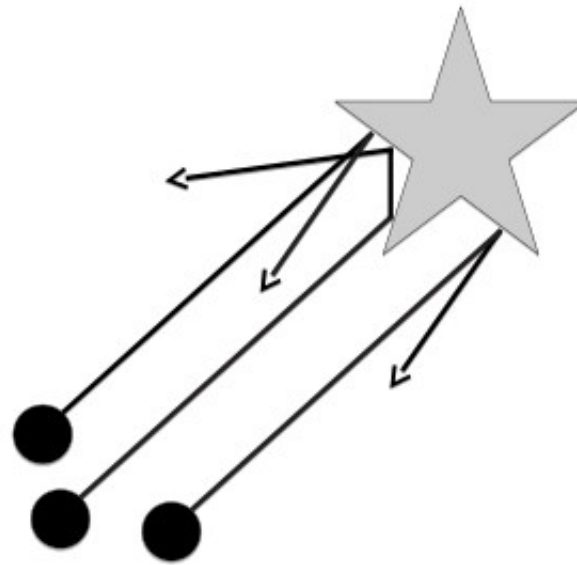


Figure 2.4: Simple example of the independence of initial state and dynamical law: beam of particles that are scattered at an object. The outgoing particles contain information about the object while the incoming do not.