Zero-Knowledge Protocols

Abhabongse Janthong
อาภาพงศ์ จันทร์ทอง
Associate Visionary Architect, KBTG

Zero-Knowledge Protocols

HOW TO ACHIEVE A COMMUNICATION GOAL WITHOUT LEAKING JUST ANYTHING?

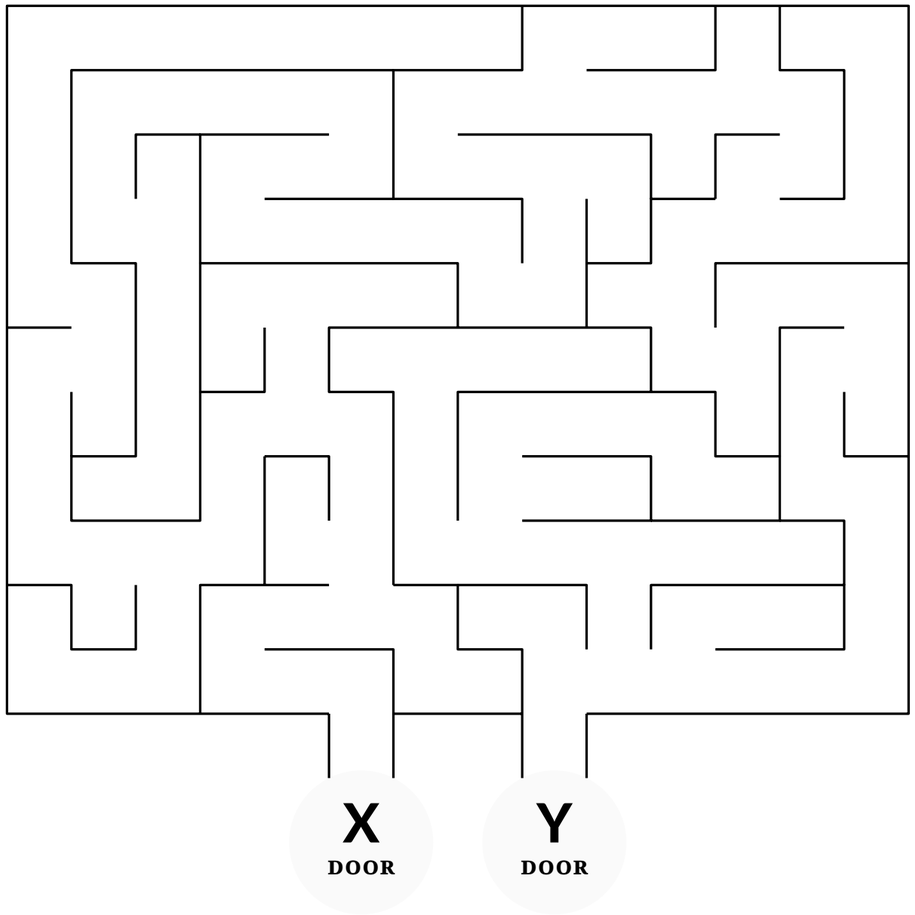
Abhabongse Janthong
อาภาพงศ์ จันทร์ทอง
Associate Visionary Architect, KBTG

Zero-Knowledge Protocols

ต้องการสื่อสารเพื่อบรรลุเป้าหมายบางอย่างโดยไม่เปิดเผยอะไรนอกเหนือจากที่จำเป็น

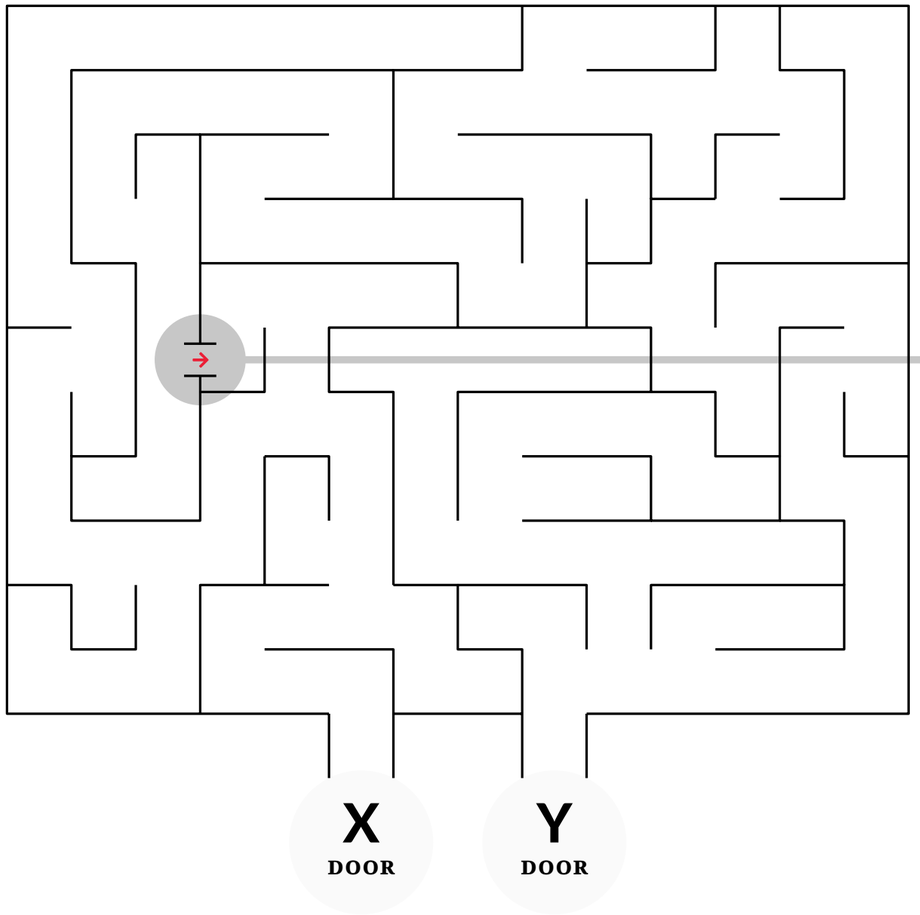
Abhabongse Janthong
อาภาพงศ์ จันทร์ทอง
Associate Visionary Architect, KBTG

Maze | เขาวงกต



เขาวงกตมี**ทางเข้า–ออก 2 ทาง** และมีเส้นทางภายในที่เชื่อมด้วย**กลไกปริศนา**อย่างหนึ่ง

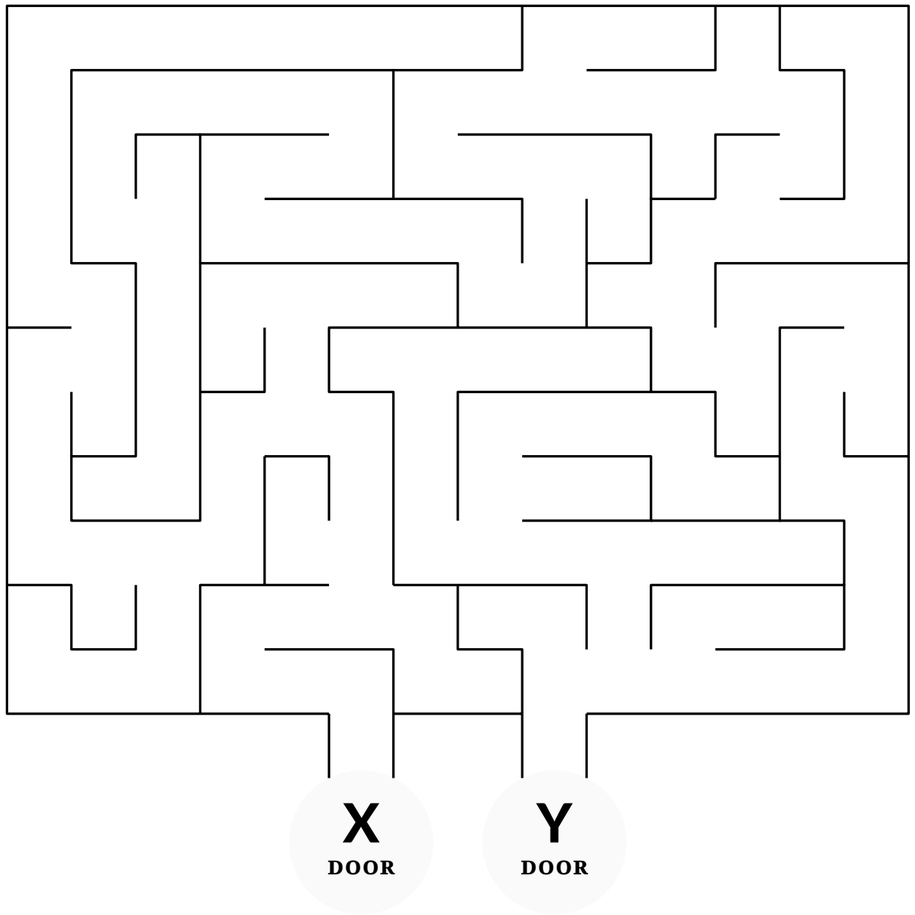
Maze | เขาวงกต



เขาวงกตมี**ทางเข้า–ออก 2 ทาง** และมีเส้นทางภายในที่เชื่อมด้วย**กลไกปริศนา**อย่างหนึ่ง

(เช่น อาจมีประตูกลที่เปิดได้ทางเดียวซ่อนอยู่ หรือประตูที่ต้องใช้รหัสผ่านลับเพื่อเปิดใช้งาน เป็นต้น)

Maze | เขาวงกต



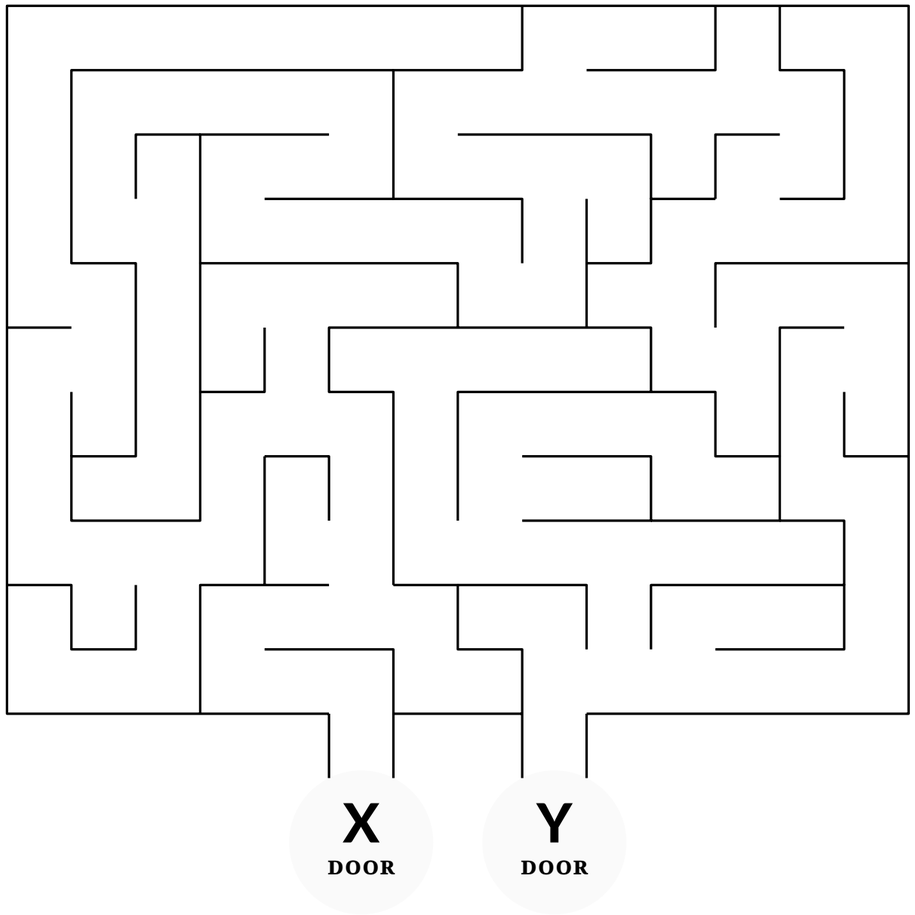
เขาวงกตมี**ทางเข้า–ออก 2 ทาง** และมีเส้นทางภายในที่เชื่อมด้วย**กลไกปริศนา**อย่างหนึ่ง

(เช่น อาจมีประตูกลที่เปิดได้ทางเดียวซ่อนอยู่ หรือประตูที่ต้องใช้รหัสผ่านลับเพื่อเปิดใช้งาน เป็นต้น)

Alice ต้องการจะพิสูจน์ให้ **Bob** ฟังว่า

> *ฉันรู้จักเส้นทางในเขาวงกตระหว่างประตู* **X** *และประตู* **Y**

Maze | เขาวงกต



เขาวงกตมี**ทางเข้า–ออก 2 ทาง** และมีเส้นทางภายในที่เชื่อมด้วย**กลไกปริศนา**อย่างหนึ่ง

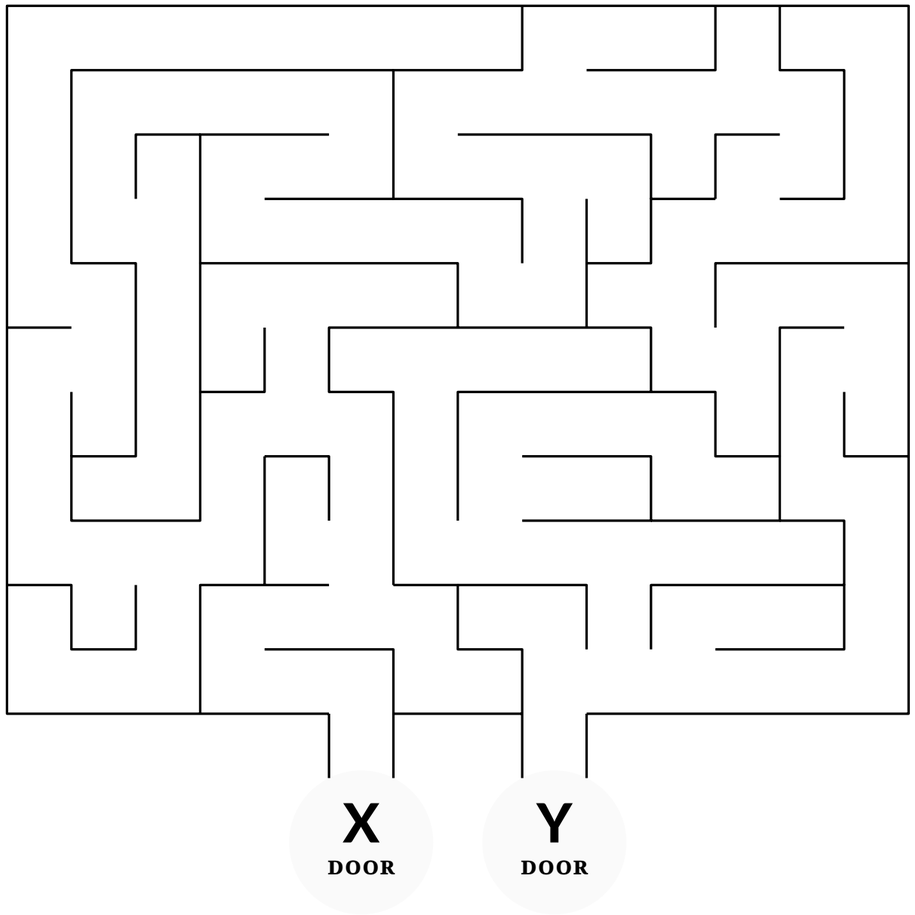
(เช่น อาจมีประตูกลที่เปิดได้ทางเดียวซ่อนอยู่ หรือประตูที่ต้องใช้รหัสผ่านลับเพื่อเปิดใช้งาน เป็นต้น)

Alice ต้องการจะพิสูจน์ให้ **Bob** ฟังว่า

ฉันรู้จักเส้นทางในเขาวงกตระหว่างประตู **X** *และประตู* **Y**

เราไม่เชื่อแกหรอก!!!

Maze | เขาวงกต



เขาวงกตมี**ทางเข้า–ออก 2 ทาง** และมีเส้นทางภายในที่เชื่อมด้วย**กลไกปริศนา**อย่างหนึ่ง

(เช่น อาจมีประตูกลที่เปิดได้ทางเดียวซ่อนอยู่ หรือประตูที่ต้องใช้รหัสผ่านลับเพื่อเปิดใช้งาน เป็นต้น)

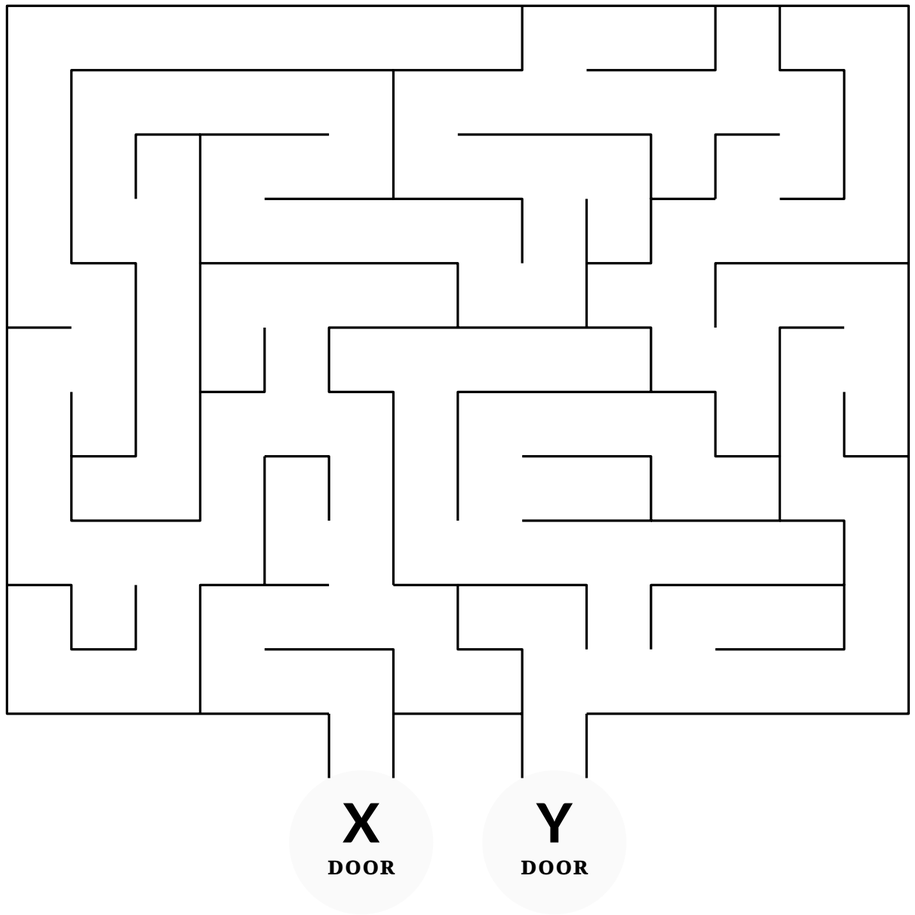
Alice ต้องการจะพิสูจน์ให้ **Bob** ฟังว่า

ฉันรู้จักเส้นทางในเขาวงกตระหว่างประตู **X** *และประตู* **Y**

เราไม่เชื่อแกหรอก!!!

มา! เดี๋ยวฉันนำทางเธอเอง

Maze | เขาวงกต



Alice ต้องการจะพิสูจน์ให้ **Bob** ฟังว่า

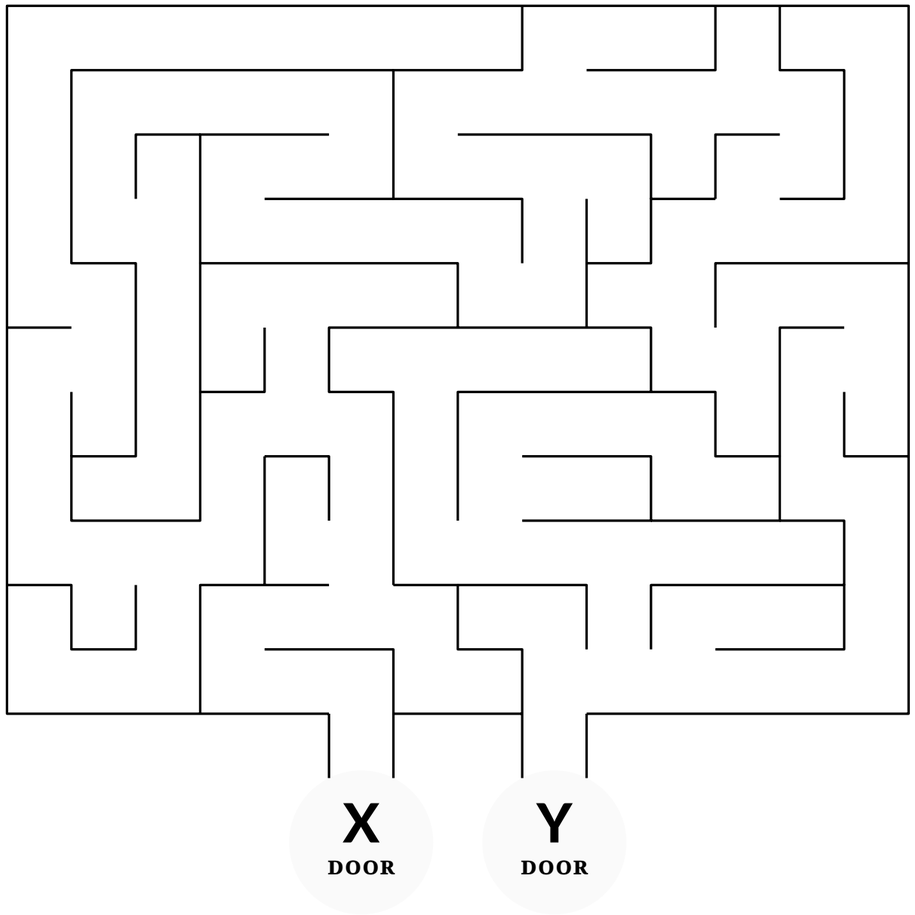
ฉันรู้จักเส้นทางในเขาวงกตระหว่างประตู **X** *และประตู* **Y**

เราไม่เชื่อแกหรอก!!!

มา! เดี๋ยวฉันนำทางเธอเอง

ไม่เอาหรอก เราไม่อยากโดนสปอยล์อะ -_-

Maze | เขาวงกต



Alice ต้องการจะพิสูจน์ให้ **Bob** ฟังว่า

ฉันรู้จักเส้นทางในเขาวงกตระหว่างประตู **X** *และประตู* **Y**

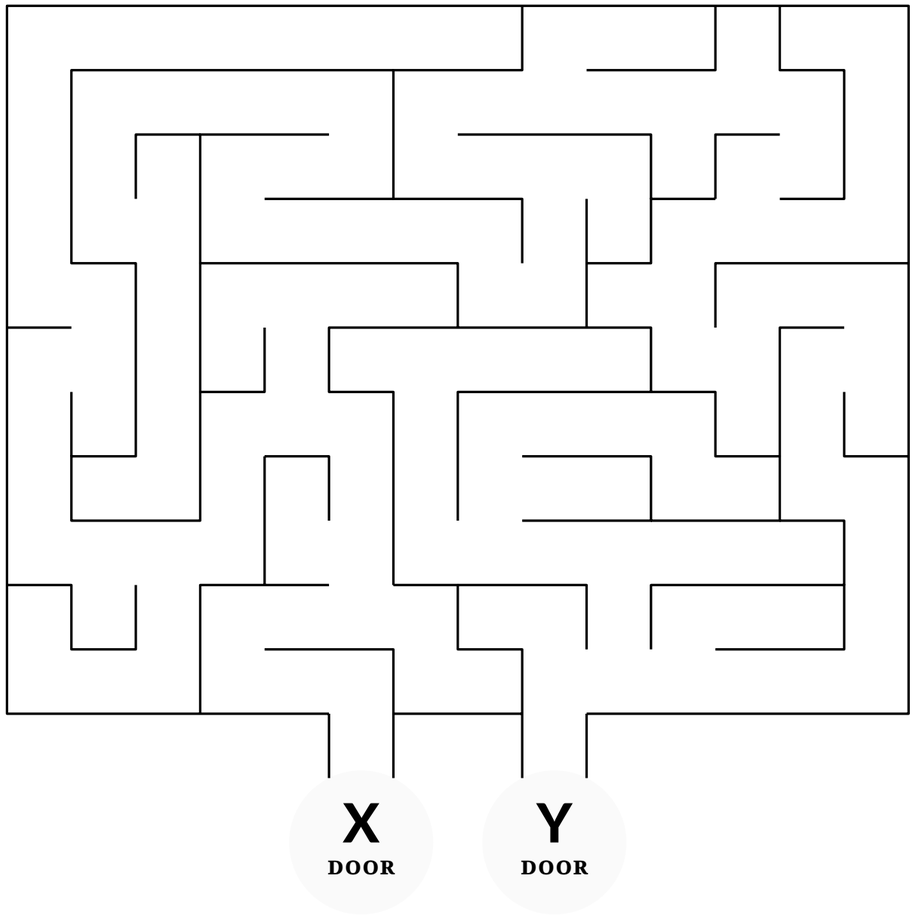
เราไม่เชื่อแกหรอก!!!

มา! เดี๋ยวฉันนำทางเธอเอง

ไม่เอาหรอก เราไม่อยากโดนสปอยล์อะ -_-

เธอนี่เรื่องมากจังนะ :(จะเอาไง

Maze | เขาวงกต



Alice ต้องการจะพิสูจน์ให้ **Bob** ฟังว่า

ฉันรู้จักเส้นทางในเขาวงกตระหว่างประตู **X** *และประตู* **Y**

เราไม่เชื่อแกหรอก!!!

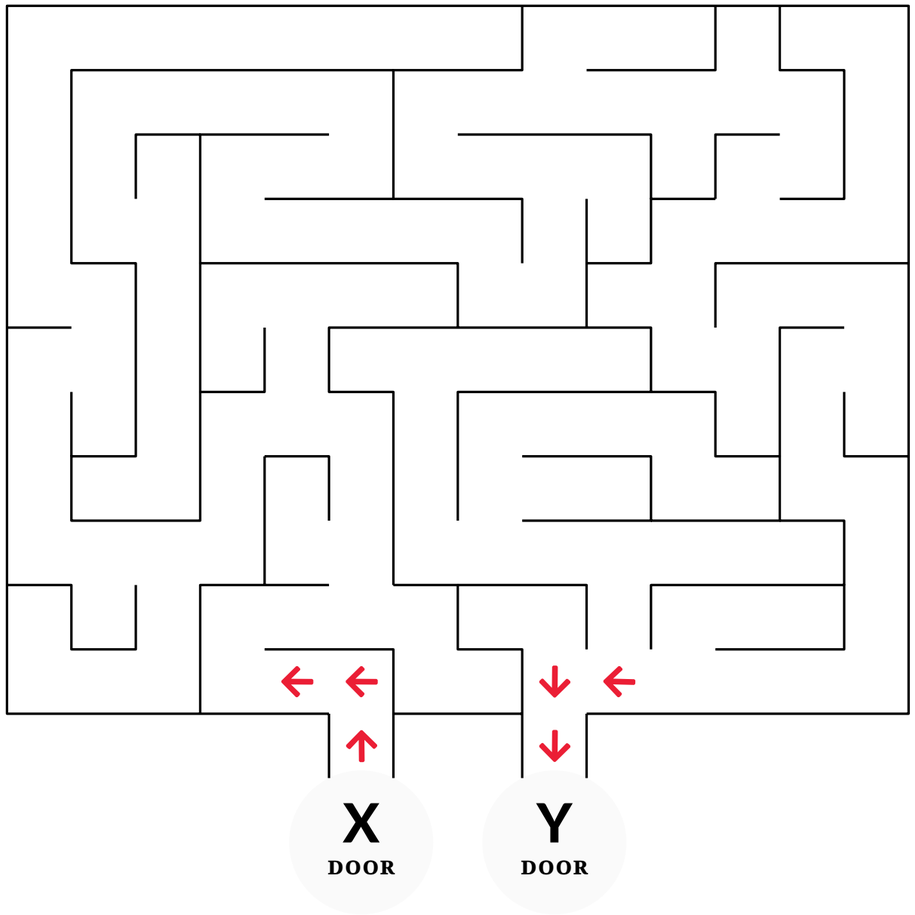
มา! เดี๋ยวฉันนำทางเธอเอง

ไม่เอาหรอก เราไม่อยากโดนสปอยล์อะ -_-

เธอนี่เรื่องมากจังนะ :(จะเอาไง

จริง ๆ มันก็มีวิธีอยู่นะ

Maze | เขาวงกต



ฉันรู้จักเส้นทางในเขาวงกตระหว่างประตู **X** และประตู **Y**

เราไม่เชื่อแกหรอก!!!

มา! เดี๋ยวฉันนำทางเธอเอง

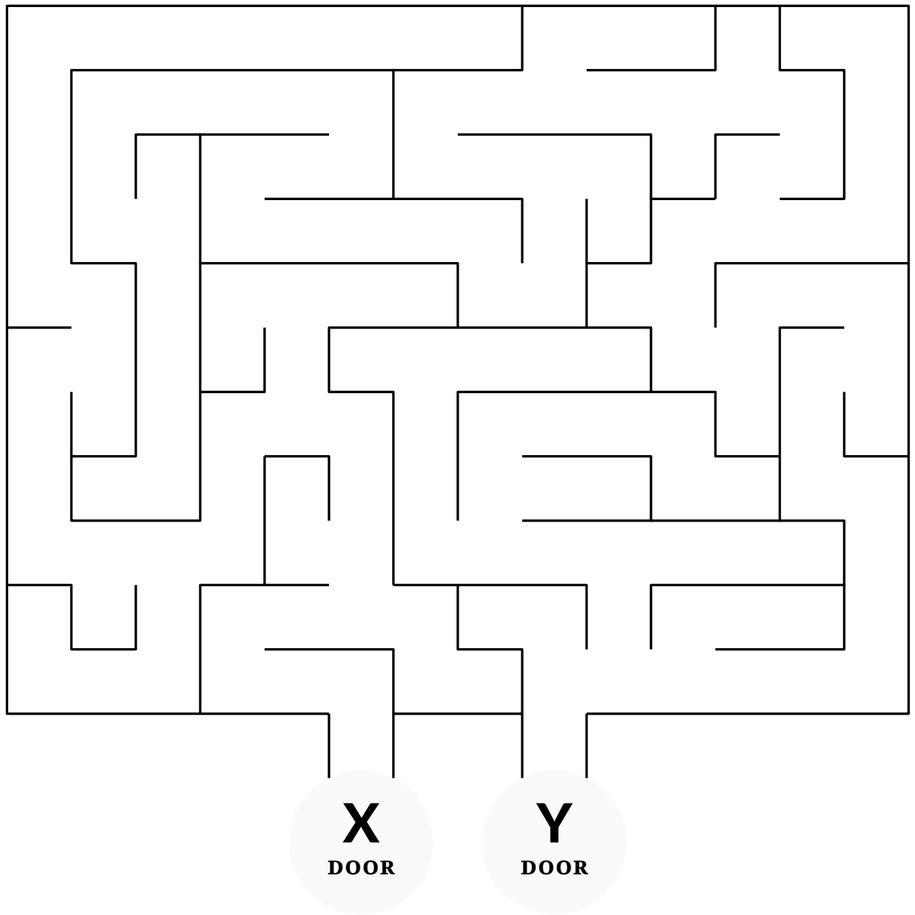
ไม่เอาหรอก เราไม่อยากโดนสปอยล์อะ -_-

เธอนี่เรื่องมากจังนะ :(จะเอาไง

จริง ๆ มันก็มีวิธีอยู่นะ

แกก็เข้าประตู **X** ไป แล้วออกทางประตู **Y** ให้เราเห็น
เดี๋ยวเราเฝ้าดูจากข้างนอกนี้นี่แหละ

Maze | เขาวงกต



เราไม่เชื่อแกหรอก!!!

มา! เดี๋ยวฉันนำทางเธอเอง

ไม่เอาหรอก เราไม่อยากโดนสปอยล์อะ -_-

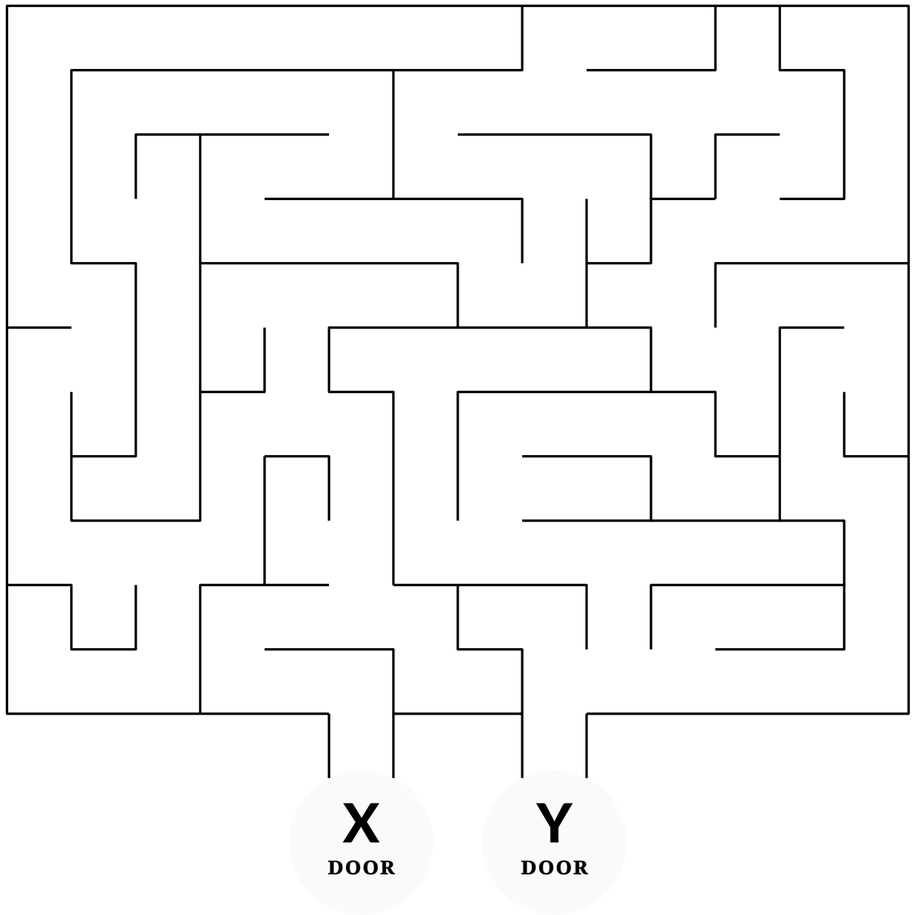
เธอนี่เรื่องมากจังนะ :(จะเอาไง

จริง ๆ มันก็มีวิธีอยู่นะ

แกก็เข้าประตู **X** ไป แล้วออกทางประตู **Y** ให้เราเห็น
เดี๋ยวเราเฝ้าดูจากข้างนอกนี้นี่แหละ

ถ้าแบบนั้น ก็เท่ากับให้คำใบ้หนะสิ

Maze | เขาวงกต



มา! เดี๋ยวฉันนำทางเธอเอง

ไม่เอาหรอก เราไม่อยากโดนสปอยล์อะ -_-

เธอนี่เรื่องมากจังนะ :(จะเอาไง

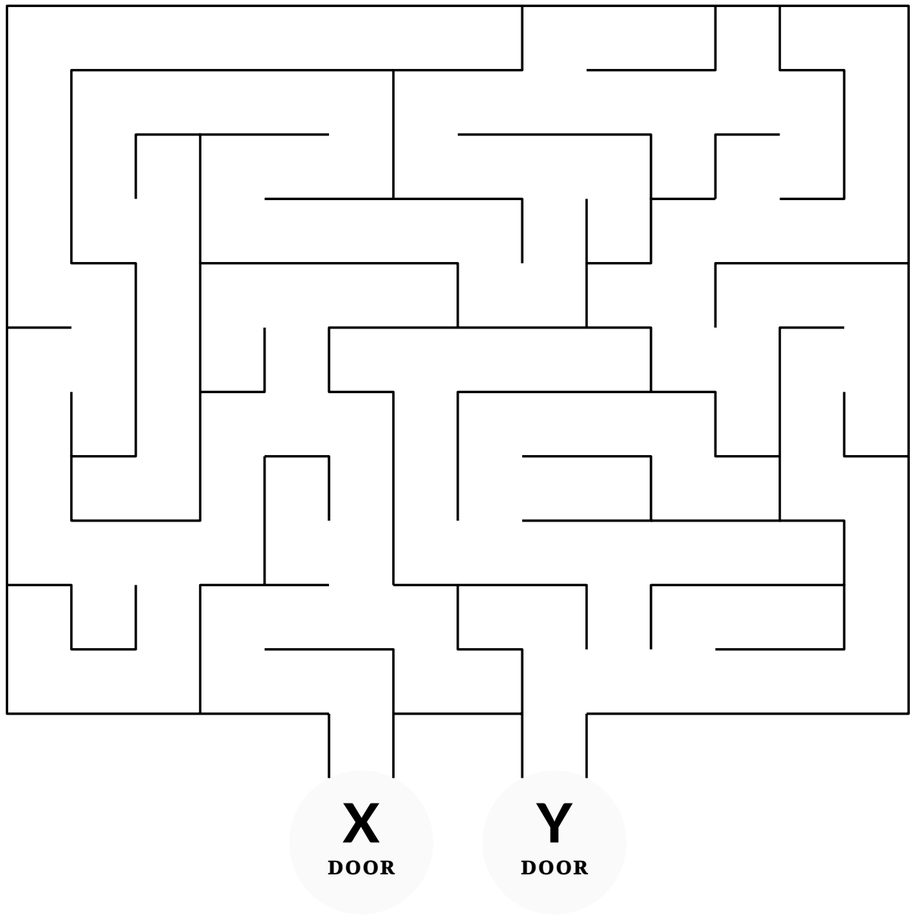
จริง ๆ มันก็มีวิธีอยู่นะ

แกก็เข้าประตู **X** ไป แล้วออกทางประตู **Y** ให้เราเห็น เดี๋ยวเราเฝ้าดูจากข้างนอกนี้นี่แหละ

ถ้าแบบนั้น ก็เท่ากับให้คำใบ้หนะสิ

. . . ว่ามีทางเข้า–ออกเขาวงกต ที่ต้องเข้าจากประตู **X** แล้วออกทางประตู **Y**

Maze | เขาวงกต



ไม่เอาหรอก เราไม่อยากโดนสปอยล์อะ -_-

เธอนี่เรื่องมากจังนะ :(จะเอาไง

จริง ๆ มันก็มีวิธีอยู่นะ

แกก็เข้าประตู **X** ไป แล้วออกทางประตู **Y** ให้เราเห็น เดี๋ยวเราเฝ้าดูจากข้างนอกนี้นี่แหละ

ถ้าแบบนั้น ก็เท่ากับให้คำใบ้หนะสิ

. . . ว่ามีทางเข้า–ออกเขาวงกต ที่ต้องเข้าจากประตู **X** แล้วออกทางประตู **Y**

เธอไม่ควรรู้ด้วยซ้ำว่ามีเส้นทางแบบนั้น มันก็คือสปอยล์รูปแบบหนึ่งนะ

Zero-Knowledge Proof

Zero-Knowledge Proof

เป้าหมายการสื่อสาร พิสูจน์ข้อเท็จจริงบางอย่างให้อีกฝ่ายทราบ

Zero-Knowledge Proof

เป้าหมายการสื่อสาร พิสูจน์ข้อเท็จจริงบางอย่างให้อีกฝ่ายทราบ

เงื่อนไข ผู้ฟังต้องไม่เรียนรู้สิ่งอื่นใดเพิ่มเติมว่าทำไมข้อเท็จจริงถึงถูกต้อง

Zero-Knowledge Proof

เป้าหมายการสื่อสาร พิสูจน์ข้อเท็จจริงบางอย่างให้อีกฝ่ายทราบ

เงื่อนไข ผู้ฟังต้องไม่เรียนรู้สิ่งอื่นใดเพิ่มเติมว่าทำไมข้อเท็จจริงถึงถูกต้อง

เช่น พิสูจน์ว่า **บางปัญหามีคำตอบ** แต่ ไม่บอกคำตอบ ✔

Zero-Knowledge Proof

เป้าหมายการสื่อสาร พิสูจน์ข้อเท็จจริงบางอย่างให้อีกฝ่ายทราบ

เงื่อนไข ผู้ฟังต้องไม่เรียนรู้สิ่งอื่นใดเพิ่มเติมว่าทำไมข้อเท็จจริงถึงถูกต้อง

เช่น พิสูจน์ว่า **บางปัญหามีคำตอบ** แต่ ไม่บอกคำตอบ ✔

พิสูจน์ว่า **ฉันอายุ 18 ปีขึ้นไป** แต่ ไม่บอกวันเดือนปีเกิด 📅

Zero-Knowledge Proof

เป้าหมายการสื่อสาร พิสูจน์ข้อเท็จจริงบางอย่างให้อีกฝ่ายทราบ

เงื่อนไข ผู้ฟังต้องไม่เรียนรู้สิ่งอื่นใดเพิ่มเติมว่าทำไมข้อเท็จจริงถึงถูกต้อง

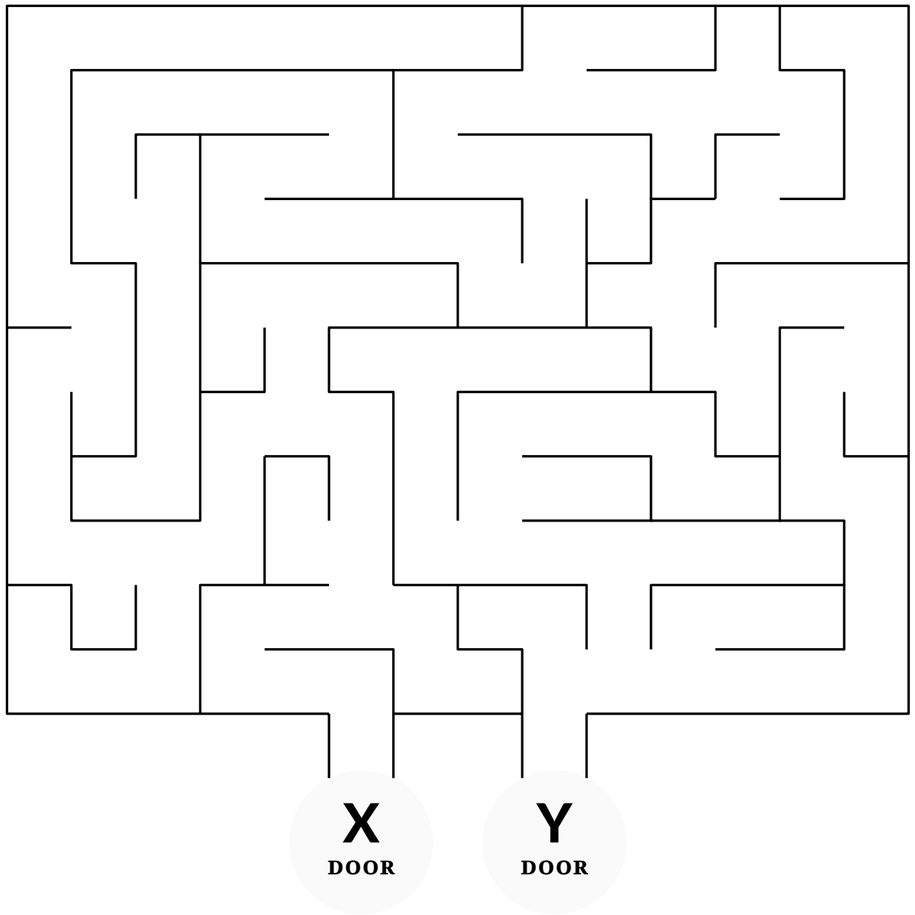
เช่น พิสูจน์ว่า **บางปัญหามีคำตอบ** แต่ ไม่บอกคำตอบ ✔

พิสูจน์ว่า **ฉันอายุ 18 ปีขึ้นไป** แต่ ไม่บอกวันเดือนปีเกิด 📅

พิสูจน์ว่า **ฉันมีสิทธิเข้าถึงข้อมูล** แต่ ไม่บอก credentials / secret key 🔑

~~พิสูจน์ว่า **บางปัญหาแก้ไขได้** แต่ ไม่บอกวิธีแก้ไข~~ 😐

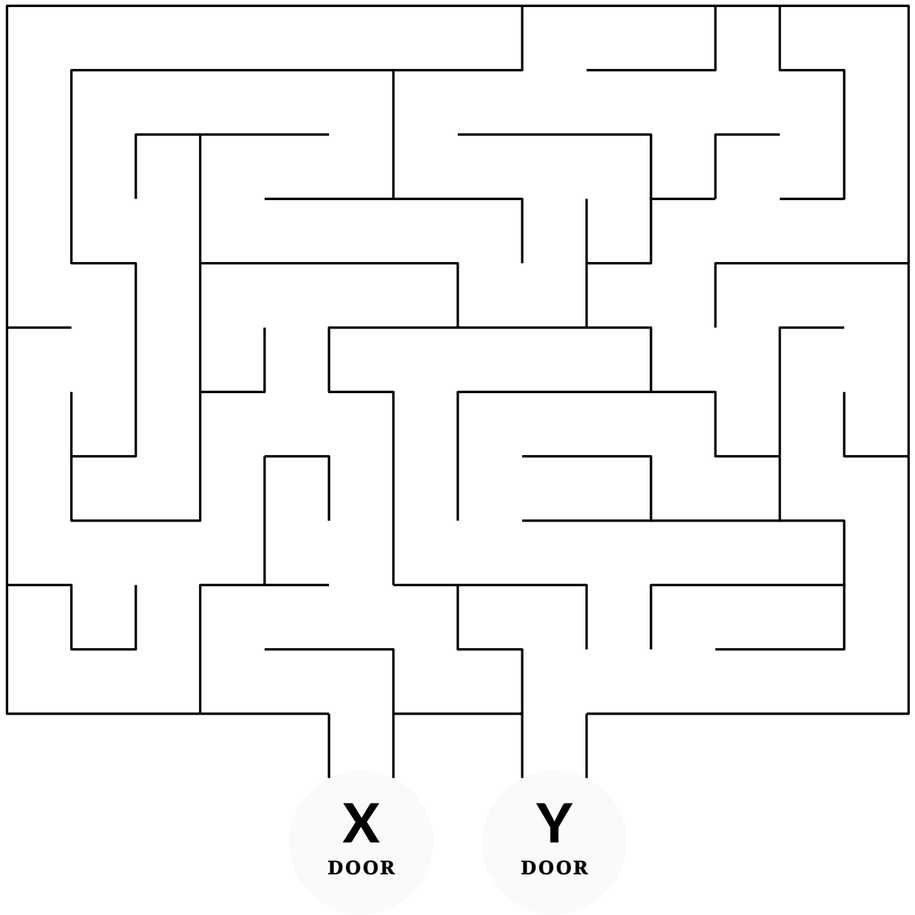
Solving Maze | หาทางออก



Alice ผู้พิสูจน์

ผู้ตรวจสอบ **Bob**

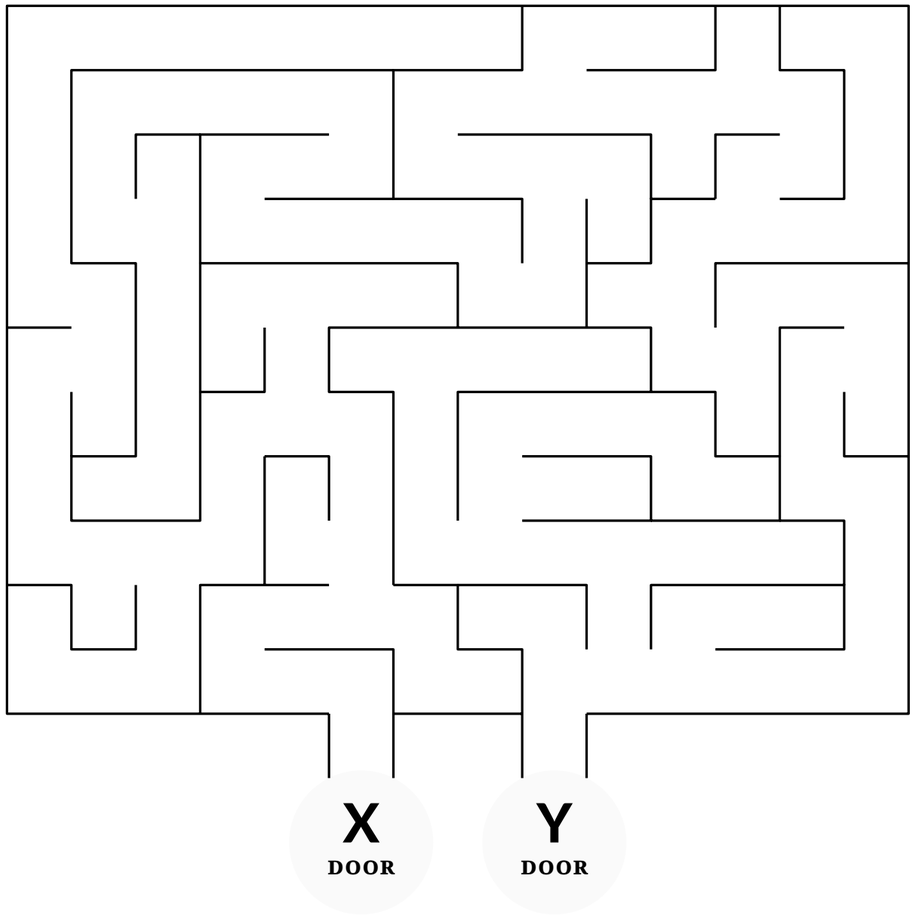
Solving Maze | หาทางออก



Alice ผู้พิสูจน์ ผู้ตรวจสอบ **Bob**

เอาอย่างนี้แล้วกัน (1) เดี๋ยวเธอหันหลังก่อน แล้วฉันจะเดินเข้าไปเตรียมตัวข้างใน จากนั้น (2) เดี๋ยวฉันจะเดินออกมาให้เธอดู

Solving Maze | หาทางออก

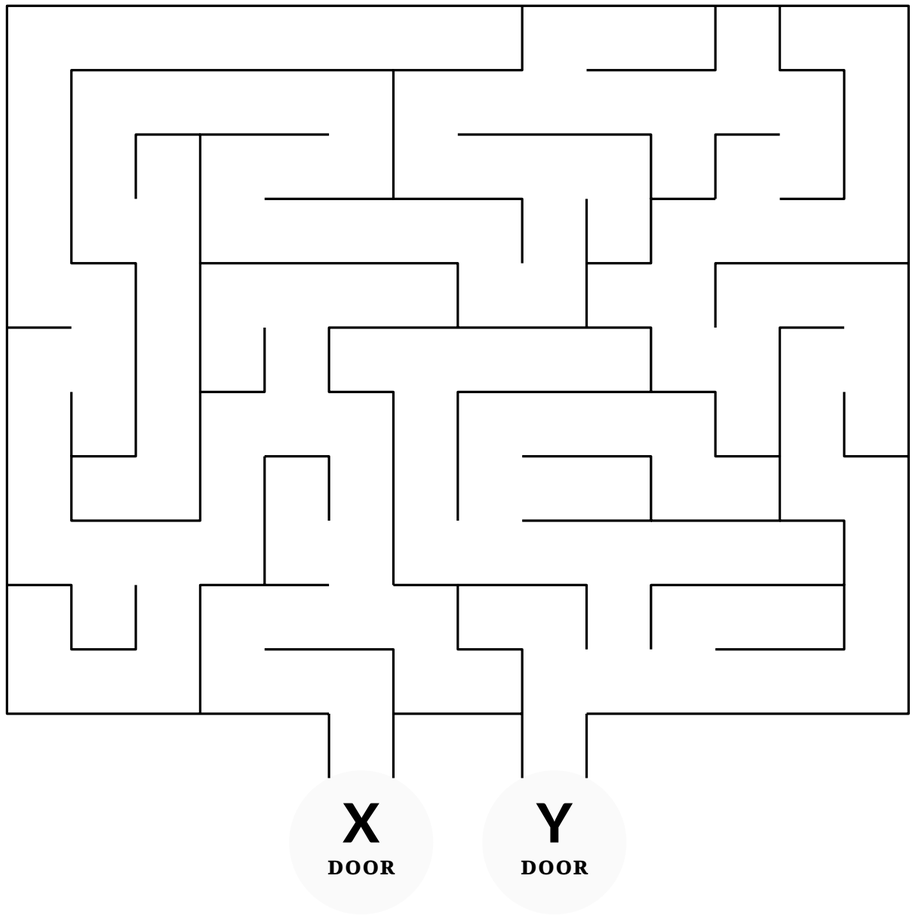


Alice ผู้พิสูจน์ — ผู้ตรวจสอบ **Bob**

เอาอย่างนี้แล้วกัน (1) เดี๋ยวเธอหันหลังก่อน แล้วฉันจะเดินเข้าไปเตรียมตัวข้างใน จากนั้น (2) เดี๋ยวฉันจะเดินออกมาให้เธอดู

ทำแบบนี้แล้วเธอก็ไม่รู้ว่าฉันเดินเข้าประตูไหน

Solving Maze | หาทางออก



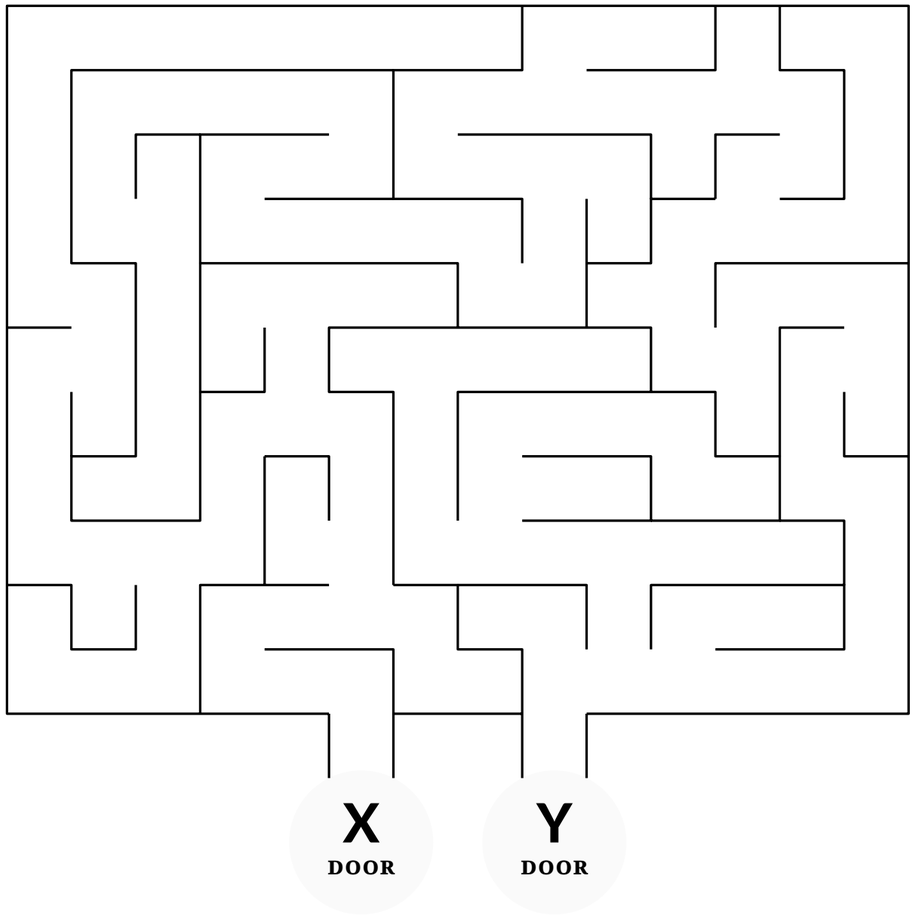
Alice ผู้พิสูจน์ — ผู้ตรวจสอบ **Bob**

เอาอย่างนี้แล้วกัน (1) เดี๋ยวเธอหันหลังก่อน แล้วฉันจะเดินเข้าไปเตรียมตัวข้างใน จากนั้น (2) เดี๋ยวฉันจะเดินออกมาให้เธอดู

ทำแบบนี้แล้วเธอก็ไม่รู้ว่าฉันเดินเข้าประตูไหน

อ้าว! แล้วแบบนี้จะรู้ได้ไงว่าแกไม่ได้กลับออกมาทางเดิมที่แกเดินเข้าไป

Solving Maze | หาทางออก



Alice ผู้พิสูจน์ — ผู้ตรวจสอบ **Bob**

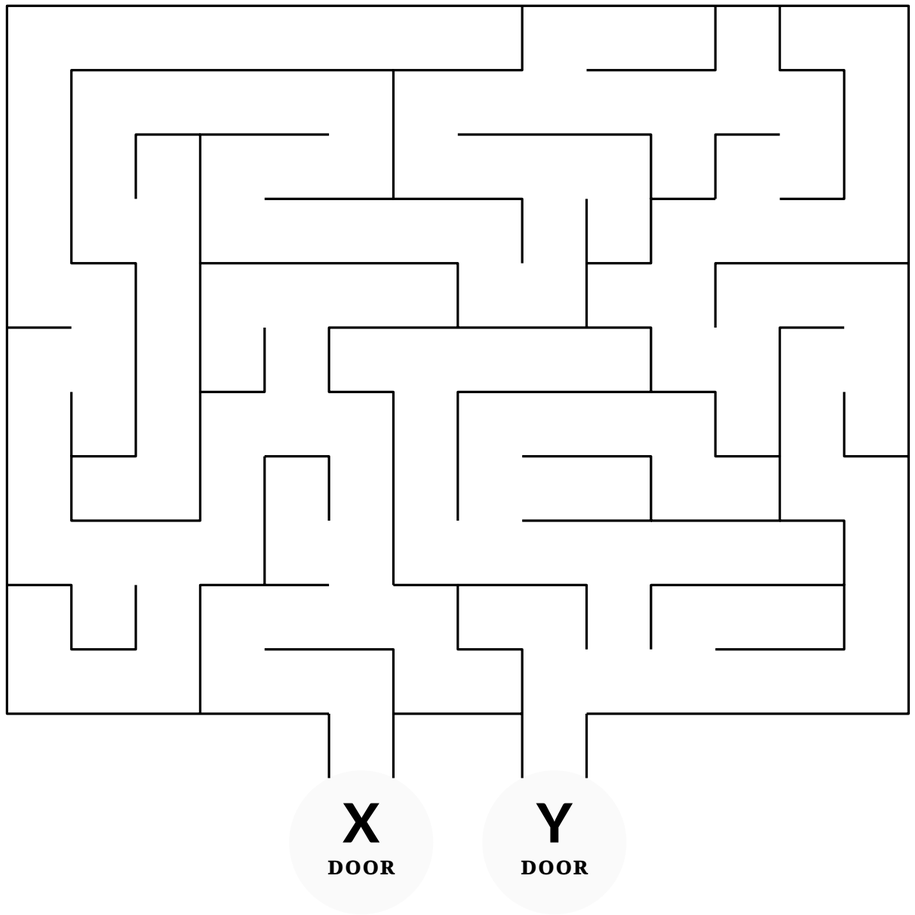
เอาอย่างนี้แล้วกัน (1) เดี๋ยวเธอหันหลังก่อน แล้วฉันจะเดินเข้าไปเตรียมตัวข้างใน จากนั้น (2) เดี๋ยวฉันจะเดินออกมาให้เธอดู

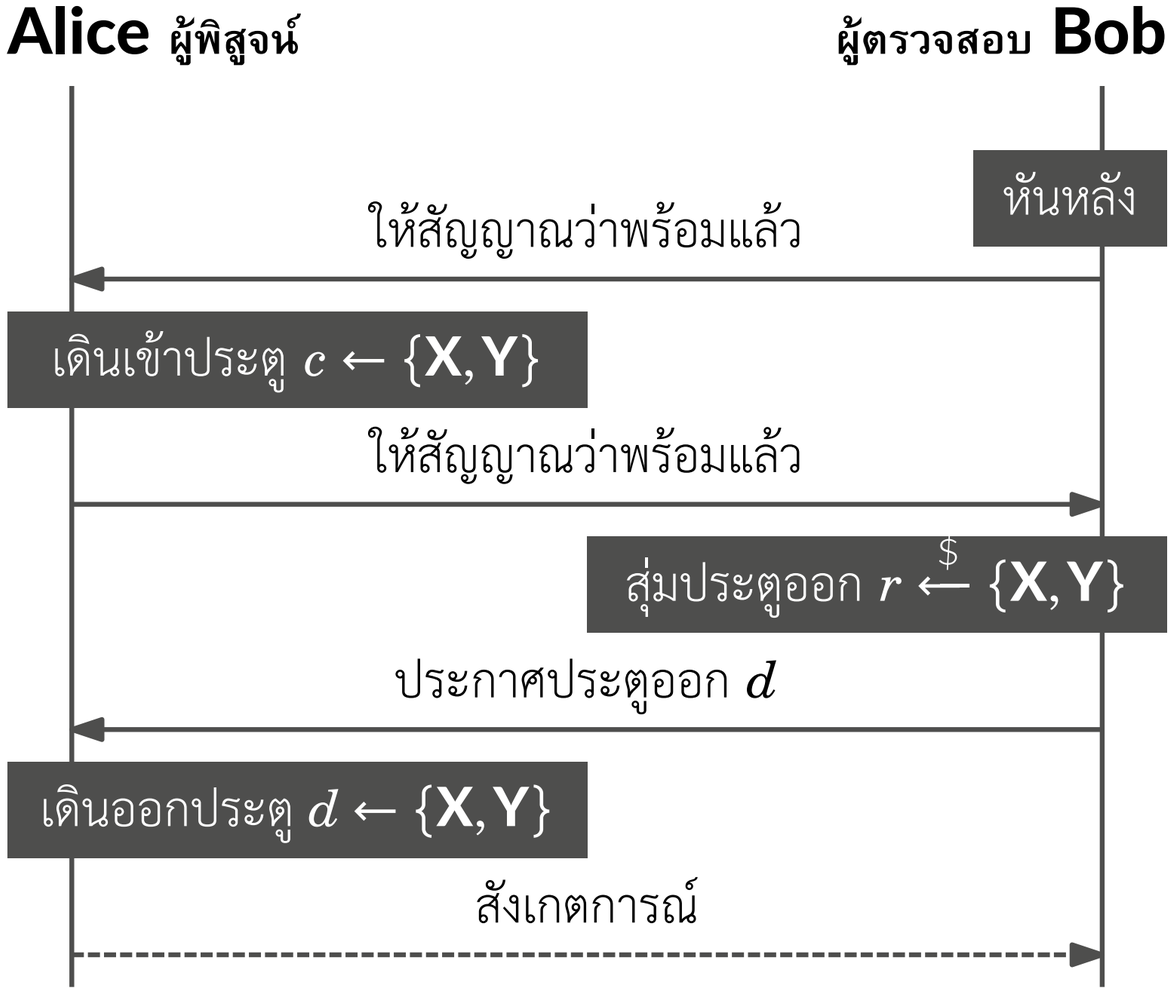
ทำแบบนี้แล้วเธอก็ไม่รู้ว่าฉันเดินเข้าประตูไหน

อ้าว! แล้วแบบนี้จะรู้ได้ไงว่าแกไม่ได้กลับออกมาทางเดิมที่แกเดินเข้าไป

เธอก็สุ่มสิว่าจะให้ฉันเดินออกทางประตูไหน ถ้าฉันรู้วิธีแก้เขาวงกต ฉันจะเดินออกประตูไหนก็ได้ / แต่ถ้าฉันไม่รู้ ฉันต้องเดาใจเธอไง

Solving Maze | หาทางออก





THE HEART OF
Zero-Knowledge Proof

THE HEART OF
Zero-Knowledge Proof

COMPLETENESS

ถ้า Alice ทราบคำตอบจริง

แล้ว Alice สามารถพิสูจน์
ข้อเท็จจริงให้ **Bob** กระจ่างได้

THE HEART OF
Zero-Knowledge Proof

COMPLETENESS

ถ้า Alice ทราบคำตอบจริง

แล้ว Alice สามารถพิสูจน์
ข้อเท็จจริงให้ **Bob** กระจ่างได้

SOUNDNESS

ถ้า Alice ไม่ทราบคำตอบ

แล้ว Alice ไม่สามารถหลอก
ให้ **Bob** เชื่อคล้อยตามได้

THE HEART OF
Zero-Knowledge Proof

COMPLETENESS

ถ้า Alice ทราบคำตอบจริง

แล้ว Alice สามารถพิสูจน์ข้อเท็จจริงให้ **Bob** กระจ่างได้

SOUNDNESS

ถ้า Alice ไม่ทราบคำตอบ

แล้ว Alice ไม่สามารถหลอกให้ **Bob** เชื่อคล้อยตามได้

ZERO-KNOWLEDGE

ถ้า Alice ทราบคำตอบจริง

แล้ว Bob ไม่ได้เรียนรู้สิ่งใดจาก **Alice** เว้นเฉพาะสิ่งที่ **Bob** คาดเดาได้ด้วยตนเอง

THE HEART OF
Zero-Knowledge Proof

COMPLETENESS

ถ้า Alice ทราบคำตอบจริง

แล้ว Alice สามารถพิสูจน์
ข้อเท็จจริงให้ **Bob** กระจ่างได้

**ด้วยความน่าจะเป็นที่สูงมาก ๆ*

SOUNDNESS

ถ้า Alice ไม่ทราบคำตอบ

แล้ว Alice ไม่สามารถหลอก
ให้ **Bob** เชื่อคล้อยตามได้

**ด้วยความน่าจะเป็นที่สูงมาก ๆ*

ZERO-KNOWLEDGE

ถ้า Alice ทราบคำตอบจริง

แล้ว Bob ไม่ได้เรียนรู้สิ่งใด
จาก **Alice** เว้นเฉพาะสิ่งที่
Bob คาดเดาได้ด้วยตนเอง

**ด้วยความน่าจะเป็นที่สูงมาก ๆ*

CORRECTNESS PROPERTY

SECURITY PROPERTY