

Datos del Sensor IMU Durante la Prueba de Movimiento Recto EN SUPERFICIE LISA

Los datos muestran el tiempo transcurrido, y los ángulos estimados de Yaw, Pitch, Roll, junto con las lecturas calibradas del giroscopio en Z (Gz_c) y del acelerómetro en X, Y, Z (Ax_c, Ay_c, Az_c).

Tiempo (s)	Yaw (deg)	Pitch (deg)	Roll (deg)	Gz_c (deg/s)	Ax_c (g)	Ay_c (g)	Az_c (g)
15.1	-0.0	-2.9	-0.2	-0.16	0.05	-0.00	0.98
15.2	-0.0	-2.7	0.4	-0.35	0.05	0.01	0.99
15.3	-0.0	-2.8	-0.1	-0.16	0.05	-0.00	0.97
15.4	-0.0	-2.5	0.2	-0.10	0.04	0.00	0.99
15.5	-0.0	-2.3	-0.3	-0.22	0.04	-0.00	1.01
15.6	-0.0	-2.8	-0.1	0.08	0.05	-0.00	0.98
15.7	-0.1	-2.6	-0.2	-0.22	0.04	-0.00	0.98
15.8	-0.1	-2.8	-0.3	-0.10	0.05	-0.01	0.98
15.9	-0.1	-2.8	-0.1	-0.04	0.05	-0.00	0.98
16.0	-0.1	-2.8	-0.0	-0.04	0.05	-0.00	0.98
16.1	-0.1	-2.7	-0.1	-0.04	0.05	-0.00	0.97
16.2	-0.1	-2.9	-0.6	0.02	0.05	-0.01	0.99
16.3	-0.1	-2.8	-0.1	-0.22	0.05	-0.00	0.99
16.4	-0.1	-2.8	-0.1	-0.16	0.05	-0.00	0.98
16.5	-0.1	-2.5	-0.1	0.02	0.04	-0.00	0.98
16.6	-0.1	-2.8	-0.1	-0.10	0.05	-0.00	0.98
16.7	-0.1	-2.9	-0.0	-0.04	0.05	-0.00	0.98
16.8	-0.1	-2.8	-0.1	-0.10	0.05	-0.00	0.98

17.0	-0.2	-2.9	-0.4	0.14	0.05	-0.01	0.98
17.1	-0.2	-2.7	-0.2	-0.16	0.04	-0.00	0.98
17.2	-0.2	-2.7	-0.2	-0.10	0.05	-0.00	0.98
17.3	-0.2	-2.6	-0.1	-0.10	0.04	-0.00	0.99
17.4	-0.2	-2.8	-0.4	-0.22	0.05	-0.01	0.99
17.5	-0.2	-2.8	-0.1	-0.04	0.05	-0.00	0.99
17.6	-0.2	-2.7	0.1	-0.10	0.05	0.00	0.98
17.7	-0.2	-2.7	-0.2	0.14	0.05	-0.00	0.99
17.8	-0.2	-2.7	0.2	0.14	0.05	0.00	0.98
17.9	-0.2	-2.6	-0.4	0.14	0.04	-0.01	0.98
18.0	-0.2	-2.7	-0.0	-0.16	0.05	-0.00	0.98
18.1	-0.2	-2.8	0.0	-0.16	0.05	0.00	0.99
18.2	-0.2	-2.6	-0.0	0.02	0.05	-0.00	0.98
18.3	-0.3	-2.7	0.0	0.02	0.05	0.00	0.98
18.4	-0.3	-2.9	0.1	-0.16	0.05	0.00	0.98
18.5	-0.3	-2.8	0.1	-0.22	0.05	0.00	0.98
18.6	-0.3	-2.7	-0.1	-0.04	0.05	-0.00	0.98
18.8	-0.3	-2.8	-0.1	-0.28	0.05	-0.00	0.98
18.9	-0.3	-2.8	-0.1	0.14	0.05	-0.00	0.98
19.0	-0.3	-3.0	-0.1	-0.04	0.05	-0.00	0.98
19.1	-0.3	-2.7	-0.2	0.02	0.05	-0.00	0.98
19.2	-0.3	-2.5	0.0	0.14	0.04	0.00	0.98
19.3	-0.3	-2.5	-0.0	-0.10	0.04	-0.00	0.98
19.4	-0.3	-2.8	0.1	-0.35	0.05	0.00	0.98

19.5	-0.3	-2.5	0.2	-0.28	0.04	0.00	0.98
19.6	-0.3	-2.7	-0.2	-0.22	0.05	-0.00	0.97
19.7	-0.4	-2.7	-0.1	-0.04	0.05	-0.00	0.99
19.8	-0.3	-2.7	-0.3	0.33	0.05	-0.01	0.98
19.9	-0.4	-2.6	-0.1	-0.28	0.04	-0.00	0.98
20.0	-0.4	-2.7	-0.0	0.14	0.05	-0.00	0.98

Comportamiento General del Robot (según IMU):

Durante los 5 segundos de movimiento recto (PWM 150 en ambas ruedas), el robot mostró un comportamiento muy estable:

- ❖ **Yaw (rumbo):** Cambio total de solo -0.4° , indicando una trayectoria casi perfectamente recta.
- ❖ **Pitch (inclinación frontal):** Ligera inclinación constante “nariz abajo” entre -2.3° y -3.0° , sin variaciones bruscas.
- ❖ **Roll (inclinación lateral):** Mínimo, con fluctuaciones entre -0.6° y $+0.4^\circ$.
- ❖ **Movimiento suave:** Az_c cercano a 1g y sin picos en Pitch/Roll, indicando ausencia de sacudidas importantes.
- ❖ **Aceleración frontal:** Se detectó una aceleración constante de 0.04–0.05g en el eje X, posiblemente asociada a una ganancia lenta de velocidad o compensación de fricción.

Interpretación de Desviaciones:

Las desviaciones angulares fueron pequeñas. La inclinación frontal constante probablemente se debe a la distribución de peso, inclinación del suelo o un pequeño error de calibración. El pequeño cambio en Yaw (-0.4°) confirma un rumbo muy estable.

Implicancias para la Odometría y Pruebas Anteriores:

Dado que el IMU muestra estabilidad, los errores de posición observados en pruebas anteriores (por ejemplo, -35 cm en Y) no se deben a inestabilidad o giros no intencionados, sino a:

- ❖ La imprecisión de convertir PWM en velocidad real, debido a factores como

fricción, voltaje o diferencias entre motores.

- ❖ Diferencias sutiles pero persistentes entre la velocidad real de ambas ruedas, que podrían causar un arco imperceptible en orientación pero visible en posición.
- ❖ Posibles deslizamientos (slip) que alteran la distancia real recorrida.

Valor de la Prueba con IMU:

La prueba confirmó que el IMU es una herramienta eficaz para monitorear orientación y estabilidad. Complementa a la odometría, ya que mide lo que realmente hace el cuerpo del robot, no lo que “debería” hacer. Aunque el control motor básico permite mantener el rumbo, la estimación de posición basada solo en PWM sigue siendo imprecisa por las limitaciones del modelo.

Conclusión

El IMU muestra que el robot se movió recta y establemente. Los errores de odometría provienen de la estimación inexacta de velocidad y distancia desde PWM, no de fallos en la orientación o postura durante la prueba.