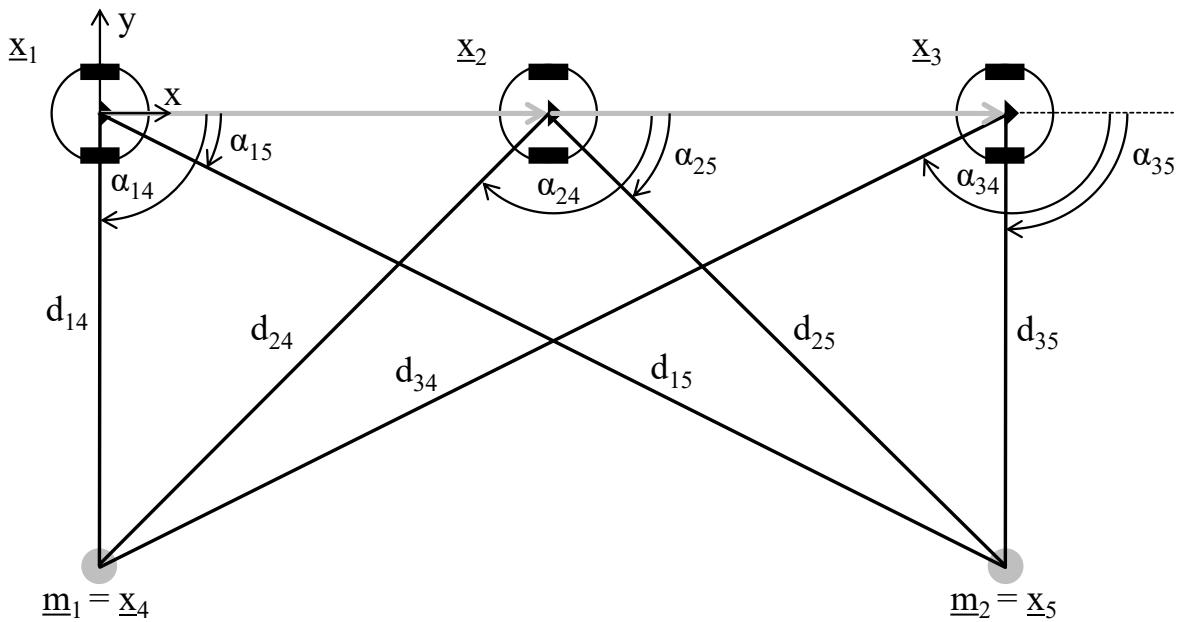


## Graph SLAM

Ein Roboter bewege sich in der Ebene ausgehend von der Position  $\underline{x}_1 = (0 \ 0 \ 0)^T$  über die Position  $\underline{x}_2 = (1 \ 0 \ 0)^T$  auf die Position  $\underline{x}_3 = (2 \ 0 \ 0)^T$  gemäß der folgenden Skizze, wobei die Bewegung durch Schlupf verfälscht werde. Um die Koordinaten zu überprüfen, erfasst der Roboter daher mit einem Entfernungsmesser von den drei Positionen aus zusätzlich die Abstände zu zwei Merkmalen  $\underline{m}_1 = \underline{x}_4$  und  $\underline{m}_2 = \underline{x}_5$  mit folgenden Werten:  $d_{14} = 1.05$ ,  $d_{15} = 2.20$ ,  $d_{24} = 1.45$ ,  $d_{25} = 1.40$ ,  $d_{34} = 2.25$  und  $d_{35} = 0.99$ .



Für die Lösung der folgenden Teilaufgaben können Sie die in der Vorlesung gezeigten Matlab-Programme als Vorlage verwenden:

- Fassen Sie die gegebenen Bewegungs- und Messdaten im Vektor  $\underline{z}$  zusammen, und ermitteln Sie Anfangswerte für die zu schätzenden Zustände im Vektor  $\underline{x}$ .
- Bestimmen Sie die inverse Kovarianzmatrix  $\Sigma^{-1}$  von  $\underline{z}$ . Nehmen Sie dazu die Varianz der fixierten Messwerte von  $\underline{x}_1$  jeweils mit  $10^{-5}$ , die Varianzen der Bewegungen des Roboters mit 1 und die Varianzen der gemessenen Abstände zu den Merkmalen mit  $10^{-2}$  an. Sämtliche Kovarianzen seien null.
- Ermitteln Sie die Winkel  $\alpha_{ij}$  von den Roboterpositionen zu den Merkmalen und stellen Sie damit die Messmatrix  $H$  für die Abbildung des Zustandsvektors  $\underline{x}$  auf  $\underline{z}$  auf.
- Berechnen Sie mittels Least Squares iterativ die optimalen Zustände, bis die Abweichung der Schätzwerte zwischen zwei Schritten den Wert  $10^{-5}$  unterschreitet.
- Schätzen Sie die Zustände alternativ dadurch, dass Sie vor jeder Iteration die Differenz  $\Delta \underline{z} = \underline{z} - \underline{z}_e$  der Messwerte zu den erwarteten Messwerten  $\underline{z}_e$  abhängig vom jeweils aktuellen Zustand bilden; aus  $\Delta \underline{z}$  liefert Least Squares jeweils ein  $\Delta \underline{x}$ , das Sie zu den Anfangsschätzwerten solange addieren, bis  $|\Delta \underline{x}| < 10^{-5}$  gilt.