**Identificação (Estimação de parâmetros)**

1. **Caso Escalar, Estático, “Batch”**

* Cai exatamente na situação em que você tem uma “batelada” de dados. Ou seja, você coleta os dados e depois faz a identificação dos termos.

Você sabe que o seu sistema apresenta um comportamento linear, mas não sabe o valor do ganho. Nesta situação, o que você tem de dados é algo da forma:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(1)** |

em que é uma variável estática e desconhecida.

O problema consiste em se obter, então, um melhor estimador, ou seja, uma função:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(2)** |

que minimize

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(3)** |

em que é o que se acredita ser a dinâmica do sistema e entrada é conhecida tanto para o **(1)** quanto para **(2)**, o que pode ser mensurável.

Dessa forma, é necessário que se encontre um que minimize o custo **(3)**. O procedimento mais natural de se fazer é derivar e encontrar o ponto de inflexão, ou seja:

e, portanto,

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(4)** |

Dessa forma, a melhor estimativa para o se dá por meio dos valores de saídas coletadas e dos valores de entrada (ambas as variáveis conhecidas).

1. **Caso Escalar, estático e Recursivo.**

Aqui a ideia é que você durante o seu ensaio consiga estimar os parâmetros do seu sistema. Por isso de ser recursivo. Ou seja, não se precisa, em tese, terminar o experimento para conseguir estimar os valores da variável. Faz essa estimação *online*. O que muda em relação ao caso **I)** é que não se tem um tempo final e sim uma variável que corresponde à melhor estimativa até aquele instante.

Da equação **(4)**, para um tempo final , tem-se que:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(5)** |

Derivando em relação à ambos os lados, tem-se que, pela Regra da Cadeia:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(6)** |

e com isto, conseguimos verificar como que o varia, pois:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(7)** |

1. **Vamos ver como que eu irei chamar**

Dado um sistema que apresente uma equação:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(8)** |

em que **a** e **b** são escalares e desconhecidos. Suponho que exista uma equação estimada com valores tais que:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(9)** |

Com variáveis e a serem estimados de forma que se aproximem dos valores reais **a** e **b**.

Tomemos o erro, tal que:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(10)** |

sua derivada é tal que:

somando e subtraindo , tem-se que:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(11)** |

Seria interessante que o **a** fosse estável. Pois aparecerá na equação de Lyapunov um termo em **a**, o que fará a derivada da função de Lyapunov ser negativo semi-definida.

Se o e o . Portanto, tomando a seguinte função de Lyapunov:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(12)** |

Derivando, tem-se que:

Como fazer o ? A ideia é que se tenha um e zerar e . Para tal, a gente faz com que:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(13)** |

Das equações **(11)** e **(13)**, tem-se que:

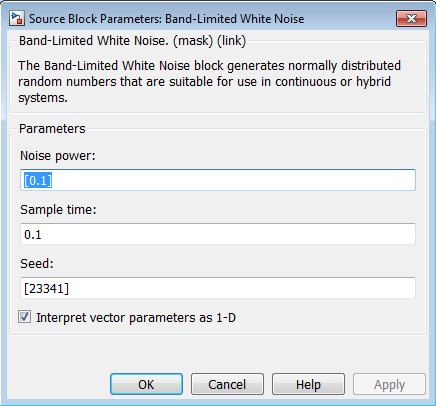
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **(14)** |

**Exemplo:** No caso escalar, admita que exista um processo que apresente **a = 1** e **b = -1**, o que em princípio se desconhece. Procuremos estimar tais parâmetros por meio de um identificador. A Figura 1 mostra o esquema montado para identificação dos parâmetros.

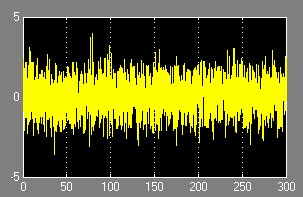


**Figura 1:** Esquema Simulink da convergência dos valores de e .

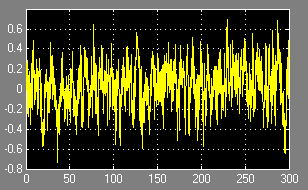
O resultado obtido para uma entrada do tipo ruidosa (vide as Figuras 2 e 3) encontram-se nas Figuras 4, 5 e 6.



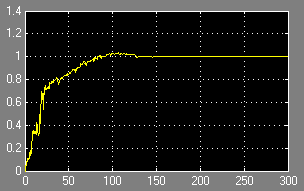
**Figura 2:** Setagem da entrada ruidosa no Simulink.



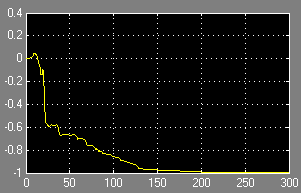
**Figura 3:** Resultado do ruído.



**Figura 4:** Saída do processo.

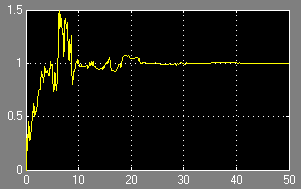


**Figura 5:** Resultado para o parâmetro para e .

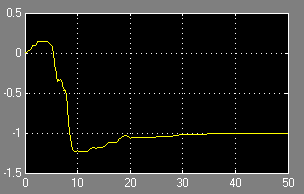


**Figura 6:** Resultado para o parâmetro para e .

Note que a convergência pode ser melhorada em termos de tempo alterando-se os parâmetros e na Figura 1. Este procedimento foi realizado para valores tais que e . O resultado para este caso para as variáveis a serem estimadas encontram-se nas Figuras 7 e 8.



**Figura 7:** Resultado para o parâmetro para e .



**Figura 8:** Resultado para o parâmetro para e .